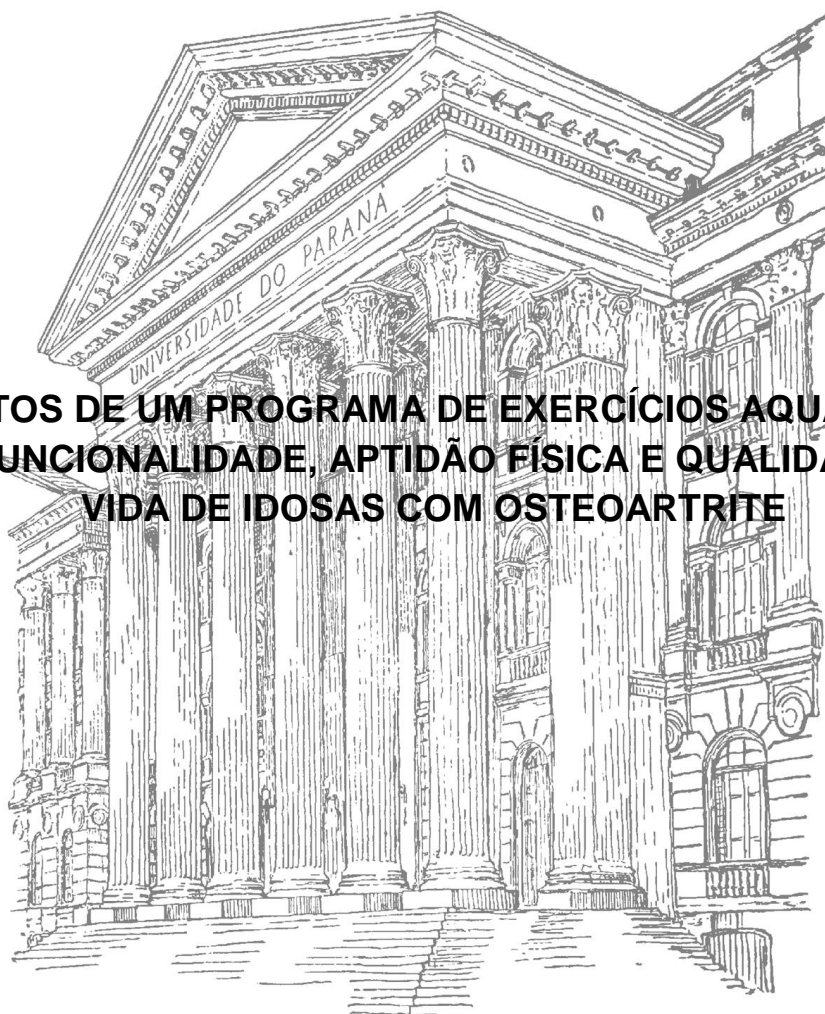


**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**  
**SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

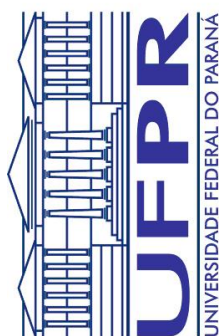
FERNANDA DE MATTOS

**EFEITOS DE UM PROGRAMA DE EXERCÍCIOS AQUÁTICOS  
NA FUNCIONALIDADE, APTIDÃO FÍSICA E QUALIDADE DE  
VIDA DE IDOSAS COM OSTEOARTRITE**



**CURITIBA**

**2016**



FERNANDA DE MATTOS

**EFEITOS DE UM PROGRAMA DE EXERCÍCIOS AQUÁTICOS  
NA FUNCIONALIDADE, APTIDÃO FÍSICA E QUALIDADE DE  
VIDA DE IDOSAS COM OSTEOARTRITE**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Educação Física do Programa de Pós-Graduação em Educação Física, do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Cesar Barauce Bento

CURITIBA

2016

Universidade Federal do Paraná  
Sistema de Bibliotecas

Mattos, Fernanda de

Efeitos de um programa de exercícios aquáticos na funcionalidade, aptidão física e qualidade de vida de idosas com osteoartrite. / Fernanda de Mattos. – Curitiba, 2016.

165 f.: il. ; 30cm.

Orientador: Paulo Cesar Barauce Bento

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

1. Osteoartrite. 2. Exercícios físicos aquáticos. 3. Idosos. I. Título II. Bento, Paulo Cesar Barauce. III Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Educação Física

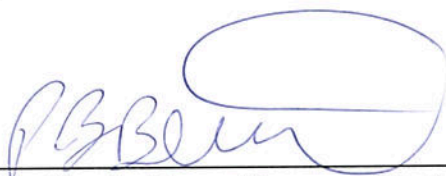
CDD (20. ed.) 613.7

# TERMO DE APROVAÇÃO

## FERNANDA DE MATTOS

**“Efeito de um programa de exercícios aquáticos na funcionalidade, aptidão física e qualidade de vida de idosas com osteoartrite”**

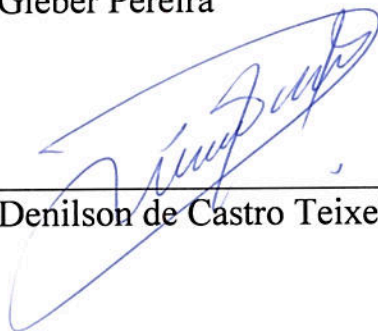
Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Educação Física, Área de Concentração Exercício e Esporte, Linha de Pesquisa de Atividade Física e Saúde do Programa de Pós-Graduação em Educação Física do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte Banca Examinadora:



Professor Doutor Paulo Cesar Barauce Bento  
Presidente/Orientador



Professor Doutor Gleber Pereira  
Membro Interno



Professor Doutor Denilson de Castro Teixeira  
Membro Externo

Curitiba, 26 de Fevereiro de 2016.



Dedico este trabalho à minha mãe, Sonia Pescador, e à minha madrinha Solange Pescador, pelo incentivo e apoio incondicional aos meus sonhos.

## **AGRADECIMENTOS**

À minha mãe, Sônia Pescador, por todo o incentivo, paciência e parceria, por sempre acreditar e incentivar a realização dos meus sonhos, por toda uma vida de dedicação para que eu pudesse ser uma pessoa sempre melhor.

Aos meus padrinhos, Solange Pescador e Eduardo Pescador, que estiveram sempre presentes e me apoiaram em todos os momentos desse processo. À toda a minha família, por me apoiar e compreender a minha ausência em alguns momentos.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Paulo Cesar Barauce Bento, a quem a minha admiração cresce a cada ano de trabalho, pela oportunidade de realizar este desafio, por confiar em mim mesmo quando nem eu acreditava que conseguiria, por compartilhar tanto conhecimento e experiência durante todos esses anos. Obrigada pela paciência, pelas horas de dedicação à orientação, por sempre estar disposto a esclarecer as minhas dúvidas e me ajudar quando eu precisei, pelas orientações depois da corrida no parque, pelas risadas e por todos os bons momentos que só me fizeram crescer nestes dois anos. Enfim, obrigada por tudo!!

Aos colegas de laboratório, Roberta, Angélica, Araceli, Karini, Leilane e Natália por sempre estarem dispostas a ajudar, tirar dúvidas e trocar experiências, além de boas risadas. À toda a galera do CECOM, pelos bons momentos compartilhados.

Agradeço especialmente às amigas Renata Wolf, a quem admiro muito pela inteligência, sinceridade e boa vontade, que desde o meu primeiro contato com o projeto me ensinou coisas novas a cada dia, compartilhou experiências e me aconselhou nos momentos mais difíceis, e Paula Born, por ter tornado os meus dias de trabalho muito mais alegres, por todas as palavras de incentivo, por toda a ajuda durante o trabalho, por todas as horas de conversas sérias e não tão sérias.

Aos bolsistas e alunos do projeto, cuja ajuda foi fundamental, Malu, Fernanda, Everton, Lucas e a todos que participaram das coletas de dados e treinos. Obrigada ao colega de mestrado Arthur Pitta, pela participação em todos os momentos do estudo. Agradeço especialmente à Sabrina Costa, por toda a dedicação e por estar

comigo em todos os momentos deste trabalho. Obrigada pela oportunidade de compartilhar experiências e de aprender, por ser os meus braços direito e esquerdo.

Aos médicos Dr. Paulo Alencar e Dr. Luis Cesar V. Pessoa pelo apoio e participação neste estudo.

Aos professores do programa de pós-graduação Dr. André Luiz Félix Rodacki, Dra. Neiva Leite, Dr. Paulo Cesar Barauce Bento e Dra. Angélica Lodovico pela oportunidade de aprendizado durante as disciplinas e pela dedicação e maestria com que foram conduzidas. E à Professora Dra Neiva Leite por todo o incentivo e preparação nos anos antecedentes ao mestrado.

Aos professores Dra. Anna Raquel Gomes, Dr. Gleber Pereira e Dr. Denilson de Castro Teixeira pelas considerações durante a qualificação do projeto, que foram muito importantes para o bom andamento do estudo.

Ao professor Rodrigo Waki, secretário do programa de pós-graduação, pelo excelente atendimento e dedicação aos assuntos acadêmicos.

A todas as voluntárias do estudo, sem as quais não seria possível realizar este trabalho, por confiar na nossa equipe e pela dedicação e alegria durante os treinos.

A todos os amigos, que são fundamentais em todas as etapas da vida, pela compreensão quando eu estive ausente, pelo apoio em todos os momentos e pela companhia, que tornou este desafio mais alegre.

À CAPES, pelo apoio financeiro.

Enfim, a todos que de forma direta e indireta contribuíram com a realização deste trabalho.

## RESUMO

O exercício físico é uma das formas de tratamento da osteoartrite (OA) e promove melhora na força muscular, na funcionalidade e na mobilidade de idosos com a doença. O objetivo deste estudo foi verificar os efeitos de um programa de exercícios aquáticos (EA) realizados em alta velocidade no equilíbrio, na marcha, na função muscular, na funcionalidade e na qualidade de vida de idosos com OA de joelhos. Participaram do estudo 12 idosos ( $66,6 \pm 3,6$  anos,  $1,56 \pm 0,07$ m e  $75,7 \pm 14,74$  Kg) com OA. As participantes foram alocadas em um único grupo, que passou por uma sessão de avaliação, quatro semanas de controle sem exercícios, uma nova sessão de testes antes da intervenção e uma sessão de avaliação ao final do programa de EA. Foram avaliadas as características antropométricas; as características da marcha por meio de análise cinética e cinemática; o equilíbrio estático, por meio de plataforma de força; a função muscular por meio de teste de força em dinamômetro isocinético em duas velocidades angulares ( $60^\circ/\text{s}$  e  $180^\circ/\text{s}$ ); a funcionalidade, por meio de uma bateria de testes: *Short Physical Performance Battery* (SPPB), Teste de Levantar e Caminhar Cronometrado (LCC), Teste de Caminhada de 10m (TC10) e Teste de Caminhada de 6 minutos (TC6); e a qualidade de vida, por meio dos questionários *Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index* (WOMAC) e *Medical Outcomes Study 36 – Item Short-Form Health Survey* (SF-36). O programa de EA teve duração de 16 semanas, com duas sessões semanais de 60 minutos realizados em piscina aquecida, com exercícios de força muscular, corrida e caminhada na água em alta velocidade. A intensidade dos exercícios foi controlada por meio da Escala de Percepção Subjetiva de Esforço de Borg, e progrediu ao longo do programa. Para comparação das médias das variáveis nos períodos de controle e pós-treino foram utilizados teste *t de student* para as variáveis com distribuição normal e teste não-paramétrico de *Wilcoxon* para as variáveis discretas (SF-36 e WOMAC). Foi considerado significativo coeficiente de  $p < 0,05$ . Durante o período de controle houve aumento na velocidade, na cadência da marcha e na taxa de aceitação do peso, redução no comprimento da passada, no tempo de apoio e nos impulsos total, de frenagem e de propulsão. A velocidade média de oscilação do centro de pressão também aumentou neste período. As demais variáveis analisadas não apresentaram alterações no período de controle. Após o programa de EA não foram observadas melhoras na marcha e no equilíbrio estático. Entretanto, houve aumento na potência muscular (POT) dos músculos extensores e flexores do joelho e aumento do pico de torque (PT) dos músculos flexores do joelho a  $60^\circ/\text{s}$ ; e na velocidade angular de  $180^\circ/\text{s}$  observou-se aumento no PT, no trabalho total (TT) e na POT em ambos os membros na extensão e na flexão dos joelhos após a intervenção. Adicionalmente, houve melhora na força e potência muscular dos membros inferiores (SPPB), no equilíbrio dinâmico (LCC), e melhora da capacidade aeróbia (TC6). Os índices de dor, rigidez articular e limitações funcionais (WOMAC) foram reduzidos com o EA, e a percepção da qualidade de vida relacionada à saúde apresentou melhora nos domínios da capacidade funcional de vitalidade (SF-36). Com base nos resultados encontrados é possível concluir que o programa de EA apresentou efeitos no aumento da força e da potência muscular, que contribuíram com a melhora na capacidade de realizar as atividades da vida diária e consequente melhora na percepção da qualidade de vida.

Palavras-chave: Osteoartrite; hidroginástica; idosos

## ABSTRACT

Exercise is one of the osteoarthritis (OA) management recommendations, and increases muscle strength, physical function and quality of life of elderly. The aim of this study was to verify the effects of an aquatic exercise (AE) program on balance, gait, muscle function, physical function and quality of life in elderly women with knee OA. Twelve older women ( $66,6 \pm 3,6$  years,  $1,56 \pm 0,07$  m e  $75,7 \pm 14,74$  Kg) with knee OA participated in this study. They were assigned to a single group, who underwent an evaluation session, four weeks of a control period without physical activity, another evaluation session before the intervention, sixteen weeks of an AE program and a final evaluation session. In the evaluation sessions were assessed: anthropometric characteristics; gait, through kinematic and kinetic analysis; static balance through force platform; muscular function through strength test on isokinetic dynamometer at two angular velocities ( $60^\circ/\text{s}$  and  $180^\circ/\text{s}$ ); physical function through a battery test: Short Physical Performance Battery (SPPB), timed stand and walk test (LCC), 10m walk test (TC10) and 6 minute walking test (TC6); and quality of life through the questionnaires Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC) and Medical Outcomes Study 36 – Item Short-Form Health Survey (SF-36). The aquatic exercise program lasted sixteen weeks, with two weekly sessions of 60 minutes performed in heated pool, composed by muscle strength exercises, running and walking in the water at high speed. The exercise intensity was controlled by Borg's rate of perceived exertion, and has progressed throughout the AE program. T-student's test was applied in the variables with normal distribution to compare the means of variables between the control and post-exercise periods, and between symptomatic and asymptomatic limb. Wilcoxon non-parametric test was applied for the discrete variables (SF-36 and WOMAC).  $p < 0,05$  coefficient was adopted to determinate data significance. There was an increase in walking speed, cadence and weight acceptance rate, and a decrease in stride length, support time, and total impulse, breaking and propulsion impulse during the control period. The center of pressure oscillation velocity also increased in the same period, indicating a possible balance worsening. No changes were observed in the other variables in the control period. After the AE program, there were no changes in gait and static balance. However, it was observed an increase in muscle power (POT) of the knee flexor and extensor muscles, and an increase in peak torque (PT) of the knee flexor muscles at  $60^\circ/\text{s}$ . At the  $180^\circ/\text{s}$  angular velocity there were increase in PT, POT and total work (TT) of the knee extensors and flexors muscle for both limbs after the intervention. Physical function and quality of life also showed beneficial effects after AE: there was an improvement in lower limbs muscle strength and power (SPPB), in dynamic balance (LCC), and in aerobic fitness (TC6). The pain, stiffness and disability (WOMAC) decreased, and the perceived health-related quality of life (SF-36) on functional capacity and vitality domains increased after the AE program. Based on this results, is possible to conclude that the AE program effects increased muscle strength and power, which contributed to the improved ability to perform the activities of daily living, and consequent improving on quality of life perception.

Key-words: osteoarthritis; water-based exercise; aged

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – REPRESENTAÇÃO DE UM CICLO DA MARCHA E OS EVENTOS QUE OCORREM EM CADA FASE DO INÍCIO (0%) AO FIM DO CICLO (100%) ...	32
FIGURA 2 – REPRESENTAÇÃO DO DESENHO EXPERIMENTAL .....	47
FIGURA 3 – REPRESENTAÇÃO DA AMOSTRA DO ESTUDO .....	50
FIGURA 4 – REPRESENTAÇÃO DA ESCALA VISUAL ANALÓGICA DE DOR (EVA) .....	53
FIGURA 5 – MODELO BIOMECÂNICO PARA A ANÁLISE DA MARCHA DE PESSOAS IDOSAS .....	54
FIGURA 6 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA CURVA DA FRS VERTICAL DE UMA PARTICIPANTE DO ESTUDO COM COMPORTAMENTO TÍPICO DA MÉDIA DO GRUPO .....	57
FIGURA 7- REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA TAXA DE ACEITAÇÃO DO PESO DE UMA PARTICIPANTE DO ESTUDO COM COMPORTAMENTO TÍPICO DA MÉDIA DO GRUPO .....	58
FIGURA 8 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS IMPULSOS TOTAL, DE FRENAGEM E DE PROPULSÃO DE UMA PARTICIPANTE DO ESTUDO COM COMPORTAMENTO TÍPICO DA MÉDIA DO GRUPO .....	59
FIGURA 9 - REPRESENTAÇÃO DO POSICIONAMENTO DO PAINEL COM A REFERÊNCIA VISUAL E DA PLATAFORMA DE FORÇA PARA AVALIAÇÃO DO EQUILÍBRIO .....	60
FIGURA 10 – POSICIONAMENTO E AJUSTE DO EQUIPAMENTO PARA AVALIAÇÃO DE FORÇA ISOCINÉTICA DOS EXTENSORES E FLEXORES DO JOELHO .....	63



FIGURA 11 – REPRESENTAÇÃO DO TESTE DE LEVANTAR E CAMINHAR CRONOMETRADO (LCC) .....	66
FIGURA 12 – REPRESENTAÇÃO DA PROGRESSÃO DA DISTÂNCIA PERCORRIDA NA ATIVIDADE DE CORRIDA AQUÁTICA .....	70
FIGURA 13 – EQUIPAMENTOS UTILIZADOS PARA AUMENTAR A RESISTÊNCIA DOS EXERCÍCIOS .....	73
FIGURA 14 - NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA DAS PARTICIPANTES (IPAQ VERSÃO CURTA) .....	79
FIGURA 15 - CONTROLE DA PERCEPÇÃO DE DOR ANTES DOS TESTES NOS PERÍODOS -4, 0 E 16 SEMANAS (EVA) .....	80

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

QUADRO 1 – PLANEJAMENTO DO PROGRAMA DE EXERCÍCIOS AQUÁTICOS .....	71
QUADRO 2 – DETALHAMENTO DOS EXERCÍCIOS DE FORÇA MUSCULAR DE MEMBROS INFERIORES E COMPLEMENTARES E SUAS VARIAÇÕES.....	74
QUADRO 3 - CARACTERÍSTICAS DO GRUPO EXPERIMENTAL QUANTO AO DIAGNÓSTICO E GRAU DA OA .....	78
TABELA 1 – IDADE E CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS DAS PARTICIPANTES NOS PERÍODOS (-4, 0 E 16 SEMANAS) .....	77
TABELA 2 – MÉDIA E DESVIO PADRÃO DAS VARIÁVEIS ESPACIAIS E TEMPORAIS DA MARCHA DOS MEMBROS SINTOMÁTICO E ASSINTOMÁTICO NOS PERÍODOS DE CONTROLE (-4), PRÉ-TREINO (0) E PÓS-TREINO (16) ....	81
TABELA 3 – MÉDIA E DESVIO PADRÃO DAS VARIÁVEIS CINÉTICAS DA FRS VERTICAL DA MARCHA DOS MEMBROS SINTOMÁTICO E ASSINTOMÁTICO NOS PERÍODOS DE CONTROLE (-4), PRÉ-TREINO (0) E PÓS-TREINO (16) E COMPARAÇÃO ENTRE OS MEMBROS SIN E ASN .....	83
TABELA 4 - COMPARAÇÃO ESTATÍSTICA DAS MÉDIAS DAS VARIÁVEIS DA FORÇA DE REAÇÃO DO SOLO NOS PERÍODOS DE CONTROLE (-4), PRÉ-TREINO (0) E PÓS-TREINO (16) ENTRE OS MEMBROS SINTOMÁTICO (SIN) E ASSINTOMÁTICO (ASN) .....	85
TABELA 5 - MÉDIA E DESVIO PADRÃO DAS VARIÁVEIS ISOCINÉTICAS PARA OS MÚSCULOS EXTENSORES E FLEXORES DO JOELHO NA VELOCIDADE ANGULAR DE 60°/S NOS PERÍODOS DE CONTROLE (-4), PRÉ-TREINO (0) E PÓS-TREINO (16) E COMPARAÇÃO ENTRE OS MEMBROS SIN E ASN .....	87
TABELA 6 – MÉDIA E DESVIO PADRÃO DAS VARIÁVEIS ISOCINÉTICAS PARA OS MÚSCULOS EXTENSORES E FLEXORES DO JOELHO NA VELOCIDADE ANGULAR DE 180°/S NOS PERÍODOS DE CONTROLE (-4), PRÉ-TREINO (0) E PÓS-TREINO (16) E COMPARAÇÃO ENTRE OS MEMBROS SIN E ASN .....	89

TABELA 7 – COMPARAÇÃO DO DESEMPENHO FÍSICO DAS PARTICIPANTES NA BATERIA DE TESTES FUNCIONAIS NAS AVALIAÇÕES PRÉ-CONTROLE (-4), PRÉ-TREINO (0) E PÓS-TREINO (16) .....	92
TABELA 8 – COMPARAÇÃO DOS ESCORES DO QUESTIONÁRIO SF-36 NAS AVALIAÇÕES PRÉ-CONTROLE (-4), PRÉ-TREINO (0) E PÓS-TREINO (16) .....	93
TABELA 9 – COMPARAÇÃO DOS ESCORES DOS DOMÍNIOS E ESCORE TOTAL DO QUESTIONÁRIO WOMAC NAS AVALIAÇÕES PRÉ-CONTROLE (-4), PRÉ- TREINO (0) E PÓS-TREINO (16) .....	94

## LISTA DE SIGLAS

ACR – *American College of Rheumatology*

AIVD - Atividades Instrumentais da Vida Diária

AmpAP - Amplitude do Deslocamento do Centro de Pressão no sentido Ântero-posterior

AmpML - Amplitude do Deslocamento do Centro de Pressão no sentido Médio-lateral

AP - Ântero-posterior

ASN - Membro Assintomático

AVD - Atividades da Vida Diária

BiOA - Bipodal de Olhos Abertos

BiOF - Bipodal de Olhos Fechados

CAD - Cadência da Marcha

CDP - Comprimento da Passada

CECOM - Centro de Estudos do Coportamento Motor

Comp CP - Comprimento da Trajetória do Centro de Pressão

CP - Centro de Pressão

DEF/UFPR - Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná

EA - Exercícios Aquáticos

EVA - Escala Visual Analógica

FRS - Força de Reação do Solo

HC/UFPR - Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná

ICC - Correlação Intra Classe

IMC - Índice de Massa Corporal

ImFR - Impulso de Frenagem

ImPR - Impulso de Propulsão

ImT - Impulso Total

IPAQ - *International Physical Activity Questionnaire*

LCC - Teste de Levantar e Caminhar Cronometrado

ML - Médio-lateral

OA - Osteoartrite

OMS - Organização Mundial da Saúde

PFR - Pico de Frenagem

POT - Potência Média

PPR - Pico de Propulsão

PT - Pico de Torque

PT/MC - Pico de Torque Normalizado pela Massa Corporal

RZ - Razão Agonista/Antagonista

SF-36 - *Medical Outcomes Study 36 – Item Short-Form Health Survey*

SIN - Membro Sintomático

SNC - Sistema Nervoso Central

SPPB - *Short Physical Performance Battery Test*

TAP - Tempo de Apoio da Marcha

TC10 - Teste de Caminhada de 10 metros

TC6 - Teste de Caminhada de 6 minutos

TP -Tempo da Passada

TT - Trabalho Total

TT/MC - Trabalho Total Normalizado pela Massa Corporal

TxAP - Taxa de Aceitação do Peso

UFPR - Universidade Federal do Paraná

UM - Unidades Motoras

VEL - Velocidade da Marcha

VmAP - Velocidade Média de Deslocamento do Centro de Pressão no sentido Ântero-posterior

VmML - Velocidade Média de Deslocamento do Centro de Pressão no sentido Médio-lateral

WOMAC - *Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index*



## SUMÁRIO

1.	<b>INTRODUÇÃO</b>	17
2.	<b>OBJETIVOS</b>	21
2.1.	OBJETIVO GERAL	21
2.1.1.	Objetivos específicos	21
2.2.	HIPÓTESES	22
3.	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	23
3.1.	OSTEOARTRITE	24
3.1.1.	Fatores de risco para o surgimento da OA	25
3.1.2.	Fisiopatologia	28
3.1.3.	Características clínicas da OA	29
3.1.4.	Marcha e osteoartrite	31
3.1.5.	O sistema de controle postural e as alterações decorrentes da OA	35
3.1.6.	Alterações na função muscular e osteoartrite	37
3.1.7.	Alterações na funcionalidade e na qualidade de vida decorrentes da OA	39
3.1.8.	Manejo e tratamento da osteoartrite	40
3.1.8.1.	Evidências sobre exercício e osteoartrite	41
3.1.8.2.	O exercício aquático	43
4.	<b>MÉTODOS</b>	47
4.1.	CARACTERÍSTICAS DO ESTUDO	47
4.1.1.	Local e contexto do estudo	48
4.1.2.	Critérios de inclusão	48
4.1.3.	Critérios de exclusão	49
4.1.4.	População e amostra	49
4.2.	PROCEDIMENTOS	51
4.3.	PROTOCOLOS DE INVESTIGAÇÃO	53
4.3.1.	Avaliação da percepção de dor	53
4.3.2.	Avaliação antropométrica	53
4.3.3.	Avaliação da marcha	54
4.3.4.	Avaliação do equilíbrio estático	59
4.3.5.	Avaliação da função muscular	62
4.3.6.	Avaliação da funcionalidade e qualidade de vida	64

4.4.	PROGRAMA DE EXERCÍCIOS AQUÁTICOS .....	68
4.5.	TRATAMENTO ESTATÍSTICO .....	76
5.	<b>RESULTADOS</b> .....	77
5.1.	CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA .....	77
5.2.	MARCHA .....	80
5.3.	EQUILÍBRIO .....	84
5.4.	FUNÇÃO MUSCULAR .....	86
5.5.	FUNCIONALIDADE E QUALIDADE DE VIDA .....	91
6.	<b>DISCUSSÃO</b> .....	95
6.1.	MARCHA .....	95
6.2.	EQUILÍBRIO .....	98
6.3.	FUNÇÃO MUSCULAR .....	100
6.4.	FUNCIONALIDADE E QUALIDADE DE VIDA .....	103
7.	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	107
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	108
	<b>APÊNDICES</b> .....	123
	<b>ANEXOS</b> .....	150

## 1. INTRODUÇÃO

O processo de envelhecimento é caracterizado por uma série de alterações fisiológicas que causam impacto na funcionalidade e na independência do idoso (SPIRDUSO, 2005). Podem ser observadas diminuição da força e qualidade muscular (FRONTERA, 2006; CLARK & MANINI, 2012), alterações no controle postural (FREITAS; BARELA, 2006; HORAK, 2006) e redução da mobilidade (LAURENTANI et al., 2003). Estas modificações são naturais, porém, podem se acentuar na presença de um estilo de vida sedentário e de doenças crônicas (LIMA; SILVA; GALHARDON, 2008), principalmente no caso de doenças osteoarticulares, como a Osteoartrite (OA).

A OA é uma doença crônica degenerativa de origem multifatorial, que tem início geralmente entre os 50 e 60 anos (DUARTE et al., 2013) e afeta principalmente as articulações da mão, do joelho e do quadril (FELSON, LAWRENCE, 2000; CROSS et al., 2014). No Brasil, na faixa dos 75 anos, 85% das pessoas têm evidência radiológica ou clínica da doença (SBR, 2003). Os principais fatores que contribuem com a incidência da OA são: idade, sexo, excesso de peso e obesidade, estresse ocupacional, lesões e alterações mecânicas nas articulações (CHENG et al., 2000; REZENDE; CAMPOS; PAILO, 2013; SURI; MORGENROTH; HUNTER, 2012).

A etiologia da OA ainda não está bem definida, mas estudos sugerem alguns mecanismos que podem contribuir com seu surgimento e progressão. O processo natural de envelhecimento das células da cartilagem (condrócitos) causa alterações metabólicas que contribuem com a degeneração dos tecidos (BERENBAUM, 2013). Adicionalmente, essas estruturas sofrem a influência de outros mecanismos de caráter fisiológico, inflamatório e mecânico (ANDRIACCHI; FAVRE, 2014; BERENBAUM, 2013). Clinicamente, a OA se caracteriza pela presença de dor, rigidez articular, crepitação, atrofia muscular e edemas (CROSS et al., 2014; HOCHBERG et al., 2012). Nos exames de imagem é possível identificar estreitamento do espaço intra-articular, formação de osteófitos, esclerose do osso subcondral e formações císticas (DUARTE et al., 2013).

Devido às alterações mecânicas e fisiológicas decorrentes da OA, ocorrem modificações na marcha (KAUFMAN et al., 2001), no equilíbrio (PETRELLA et al., 2012) e na função muscular (FELSON et al., 2000). Dentre as principais alterações

biomecânicas, destacam-se a redução na velocidade da marcha, o aumento das forças de rotação internas e a redução geral na amplitude de movimento na articulação (KAUFMAN et al., 2001; CHILDS et al., 2004; ZENI; HIGGINSON, 2009). A atrofia muscular difusa (FELSON et al., 2000), a falha na ativação de unidades motoras e a co-contracção da musculatura antagonista (HEIDEN; LLOYD; ACKLAND, 2009) são algumas consequências da OA na função muscular. Estas alterações também podem interferir no controle postural, aumentando a oscilação do corpo durante tarefas dinâmicas (HINMAN et al., 2002; REIS et al., 2014).

O tratamento da OA tem como objetivo principal o alívio dos sintomas dolorosos, redução do inchaço e da rigidez articular (PEDERSEN; SALTIN, 2006). Inclui terapias com fármacos, terapias manuais e exercício físico (DAVIS; MACKAY, 2013; MCALINDON et al., 2014). Os tipos de exercício físico mais recomendados são os exercícios na água, tai-chi, treinamento de força e principalmente programas de treinamento multicomponente (combinação de exercícios de força e aeróbios). Estes apresentam efeitos clinicamente importantes na redução da dor, aumento da força, melhora da mobilidade, da funcionalidade e da qualidade de vida dos praticantes (DE OLIVEIRA et al., 2012; MCALINDON et al., 2014) quando realizados em ambiente aquático ou terrestre.

Entretanto, programas exercício aquático (EA) podem apresentar algumas vantagens em relação ao exercício praticado em solo. O alívio do peso corporal proporcionado pela flutuação reduz o impacto nas articulações e a percepção da intensidade da dor (HINMAN; HEYWOOD; DAY, 2007). A temperatura da água promove o relaxamento da musculatura e alívio da tensão e a pressão hidrostática auxilia na estabilização da articulação (HINMAN; HEYWOOD; DAY, 2007). Estes benefícios adicionais do ambiente aquático são relacionados à maior adesão de idosos a programas de EA quando comparados a programas de exercícios em solo (MASSELLI et al., 2012). Estudos que realizaram programas de exercícios aquáticos para pessoas com OA encontraram melhora no condicionamento aeróbio (MASSELLI et al., 2012), em alguns parâmetros da marcha (ROPER; BRESSEL; TILLMAN, 2013), na funcionalidade e nos sintomas de dor e rigidez articular (HINMAN; HEYWOOD; DAY, 2007). Programas multicomponentes podem ainda promover a redução do peso

corporal e consequente diminuição das cargas compressivas na articulação (MASSELLI et al., 2012).

Embora os efeitos dos exercícios aquáticos na funcionalidade, condicionamento aeróbio e na qualidade de vida de idosos com OA sejam conhecidos, há controvérsias na literatura quanto aos efeitos na melhora da função muscular, provavelmente pela pouca resistência oferecida nos exercícios realizados (MASSELLI et al., 2012; HINMAN; HEYWOOD; DAY, 2007). Enquanto alguns estudos reportam melhora na força muscular isométrica após a realização de programas de EA com intensidade progressiva e controlada (HINMAN; HEYWOOD; DAY, 2007; WANG et al., 2007), outros estudos não encontraram benefícios semelhantes do EA nesta população (FISKEN et al., 2015; LIM; TCHAI; JANG, 2010; LUND et al., 2008).

Uma estratégia eficiente para o aumento da sobrecarga nos exercícios de força é aumentar a velocidade de execução dos movimentos e utilizar equipamentos que aumentam a resistência da água ao movimento (HINMAN; HEYWOOD; DAY, 2007; WANG et al., 2007; MASSELLI et al., 2012; FOLEY et al., 2003). Bento e colaboradores (2012) encontraram melhora na função muscular dos membros inferiores (aumento no pico de torque e na taxa de desenvolvimento de torque) e na funcionalidade utilizando estas estratégias em um protocolo de exercícios aquáticos realizado com idosas saudáveis.

Estudos anteriores que realizaram intervenção com exercícios aquáticos para pessoas com OA utilizaram protocolos com progressão da intensidade e da sobrecarga do exercício (HINMAN; HEYWOOD; DAY, 2007; WANG et al., 2007), porém, não foram encontrados na literatura estudos que tenham utilizado a velocidade de execução dos movimentos associada ao uso de materiais resistivos como estratégia para aumento da sobrecarga do exercício em idosas com osteoartrite. Esta pode ser uma estratégia simples e eficiente para a melhora da prática clínica dos profissionais que atuam no tratamento de pessoas com OA e outras doenças osteoarticulares por meio da prescrição de exercícios aquáticos.

Visto que os exercícios aquáticos que utilizaram esta estratégia de incremento da sobrecarga foram eficientes na melhora da função muscular e da funcionalidade de idosas sem diagnóstico de OA (BENTO et al., 2012), o objetivo deste estudo foi

verificar os efeitos de um programa de exercícios aquáticos realizado em alta velocidade e com sobrecarga progressiva na mobilidade, funcionalidade, função muscular e qualidade de vida de idosas com OA.



## 2. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo deste estudo foi verificar o efeito de um programa de exercícios aquáticos realizados em alta velocidade associado ao uso de equipamentos resistivos no equilíbrio, na marcha, na função muscular, na funcionalidade e na qualidade de vida de idosas com Osteoartrite de joelhos.

#### 2.1.1. Objetivos Específicos

- Verificar o efeito de um programa exercícios aquáticos no equilíbrio estático de idosas com OA;
- Identificar o efeito do programa exercícios aquáticos nas variáveis espaço-temporais da marcha de idosas com OA;
- Verificar o efeito do programa de exercícios aquáticos na força de reação do solo vertical durante a marcha de idosas com OA;
- Determinar o efeito do programa exercícios aquáticos na função muscular dos músculos extensores e flexores dos joelhos de idosas com OA;
- Avaliar o efeito do programa de exercícios aquáticos na funcionalidade das idosas;
- Avaliar o efeito do programa de exercícios aquáticos na qualidade de vida e no impacto da OA na qualidade de vida das participantes;
- Comparar a função muscular e as forças de reação do solo durante a marcha entre o membro com maior comprometimento e o menos acometido; e se o programa de treinamento pode reduzir ou eliminar essas diferenças.

## 2.2. HIPÓTESES

H0: O programa de exercício aquático não apresentará melhora no equilíbrio, na função muscular, na marcha e na funcionalidade de idosas com Osteoartrite de Joelho.

H1: Após o programa de exercícios aquáticos as participantes apresentarão aumento na velocidade da marcha, na cadência, no comprimento da passada, redução do tempo da passada e do tempo de apoio da marcha.

H2: Após o programa de exercícios aquáticos as idosas apresentarão melhora no padrão da marcha relacionado às forças de reação do solo

H3: Após o programa de exercícios aquáticos as idosas apresentarão redução da oscilação corporal e melhora do equilíbrio estático.

H4: Após o programa de exercícios aquáticos as voluntárias apresentarão aumento da força, potência muscular e trabalho dos músculos extensores e flexores do joelho.

H5: Após o programa de exercícios aquáticos as idosas apresentarão aumento na velocidade da marcha em velocidade usual e máxima, melhora no equilíbrio dinâmico, aumento da potência muscular dos membros inferiores e melhora na capacidade aeróbia relacionados à funcionalidade.

H6: Após o programa de exercícios aquáticos as idosas apresentarão melhora na capacidade funcional percebida, na qualidade de vida relacionada à saúde e redução do impacto da OA na qualidade de vida.

H7: Serão observadas diferenças entre os membros mais sintomático e assintomático das idosas na função muscular e na força de reação do solo durante a marcha após o período de controle.

H8: Após o programa de exercícios aquáticos as diferenças observadas entre os membros mais sintomático e assintomático na função muscular e na força de reação do solo durante a marcha serão diminuídas ou eliminadas.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

A população idosa mundial vem aumentando a cada ano, principalmente nos países em desenvolvimento (ONU, 2008), devido a reduções nas taxas de natalidade e mortalidade. A população brasileira também vem sofrendo transições decorrentes dessas mudanças, como a inversão da pirâmide etária do país (IBGE, 2010; LEBRÃO, 2009). No Brasil, o número de idosos com 60 anos ou mais passou de 15,5 milhões (2001) para 23,5 milhões de pessoas (2011) em 10 anos. Em 1960, havia cerca de 6,4 indivíduos de 65 anos de idade ou mais para cada 100 crianças abaixo de 15 anos. No Censo Demográfico de 2010, este índice saltou para 30,7 pessoas acima de 65 anos para cada grupo de 100 crianças menores de 15 anos, um aumento de 377,9% (IBGE, 2010).

Devido ao aumento na expectativa de vida, as pessoas estão permanecendo ativas na sociedade por mais tempo, e a transição da faixa etária ocorre de maneira muito rápida (WONG; CARVALHO, 2006). Essa transição demanda uma série de adaptações para que o idoso possa envelhecer com saúde e participando da vida em sociedade. Sendo assim, faz-se necessário compreender os mecanismos envolvidos no processo de envelhecimento e as estratégias para garantir um envelhecimento bem sucedido (LIMA; SILVA; GALHARDON, 2008).

O envelhecimento é caracterizado como um evento progressivo e multifatorial de processos biológicos que, com o passar dos anos, causa redução na capacidade de adaptação ao estresse imposto pelo ambiente e incapacidade funcional (SPIRDUSO, 2005). Esse processo ocorre em todos os indivíduos cronologicamente, porém a maneira como um indivíduo pode envelhecer depende da genética, estilo de vida, hábitos saudáveis, incidência de doenças, ambiente da casa e do trabalho (KELLER; BURNS, 2010; LOPES, 2010).

O processo natural de envelhecimento geralmente é acompanhado pela incidência de doenças crônicas (LIMA; SILVA; GALHARDON, 2008) que podem acelerar o surgimento de limitações funcionais. Cerca de 70% dos idosos relata ter pelo menos uma doença crônica, sendo a hipertensão, o diabetes, doenças do

coração e a artrite as mais comuns. Cerca de 40% desses idosos têm artrite, a segunda doença que mais afeta a população senescente, principalmente nas mulheres (FELSON; LAWRENCE, 2000). Para melhor compreensão dos aspectos envolvidos no processo de envelhecimento e das características da Osteoartrite serão abordadas neste capítulo as principais alterações no equilíbrio, na marcha, na função muscular, na funcionalidade e na qualidade de vida de idosos decorrentes do envelhecimento e da OA, as possíveis estratégias de tratamento e o papel do exercício físico aquático.

### 3.1. OSTEOARTRITE

De acordo com a Sociedade Brasileira de Reumatologia (SBR, 2003), a OA é uma afecção dolorosa das articulações que ocorre por insuficiência da cartilagem, ocasionada por um desequilíbrio entre a formação e a destruição dos seus principais elementos, associada a uma variedade de condições como: sobrecarga mecânica, alterações bioquímicas da cartilagem e membrana sinovial e fatores genéticos. As articulações mais afetadas são a dos joelhos, do quadril e das mãos, mas pode ocorrer nas demais articulações do corpo (REZENDE; CAMPOS; PAILO, 2013).

A OA tem início geralmente entre os 50 e 60 anos (DUARTE et al., 2013), mas pode ocorrer antes dos 40. A partir dos 55 anos as taxas de incidência são mais elevadas em mulheres que em homens (BUCKWALTER et al, 1997). De acordo com o Colégio Americano de Reumatologia (CAR), praticamente toda pessoa acima dos sessenta anos apresenta algum acometimento nas articulações que pode ser causado pela OA, embora possa não apresentar sintomas da doença (HOCHBERG et al., 2012).

A prevalência da OA varia entre as diversas etnias de acordo com o ambiente físico e socioeconômico das populações e aumenta com o passar da idade (CROSS et al., 2014). Estudos apontam que aproximadamente 19% das pessoas acima de 45 anos e 50% das pessoas com mais de 75 anos apresentam sinais radiográficos de osteoartrite nos joelhos nos Estados Unidos (LITWIC et al., 2013). No Brasil, na faixa

dos 75 anos, 85% das pessoas têm evidência radiológica ou clínica da doença, mas somente 30 a 50% dos indivíduos com alterações observadas nas radiografias queixam-se de dor crônica (SBR, 2003).

A OA é a quarta maior causa de limitações funcionais em mulheres e oitava em homens, de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS) (COOPER et al., 2000; REIS et al., 2014; SILVERWOOD et al., 2014). Quando ocorre nas articulações de suporte de peso, como os joelhos e quadril, pode acarretar maior comprometimento na funcionalidade (HENRIKSEN et al., 2014b). A OA de joelhos, objeto de estudo deste trabalho, é mais prevalente em mulheres do que em homens (FELSON; LAWRENCE, 2000a; HARDCASTLE et al., 2015). Sua etiologia ainda não é bem definida, mas existem alguns fatores de risco importantes relacionados à composição corporal e ao estilo de vida que serão discutidos a seguir.

### 3.1.1. Fatores de risco para o surgimento da OA

O processo natural de desgaste da cartilagem das articulações que ocorre com o envelhecimento pode ser potencializado por fatores de risco sistêmicos como idade, sexo, características genéticas, excesso de peso e obesidade, e também por fatores locais, como estresse ocupacional, lesões e alterações mecânicas (CHENG et al., 2000; REZENDE; CAMPOS; PAILO, 2013; SURI; MORGENROTH; HUNTER, 2012).

A idade pode ser considerada um importante fator de risco (SILVERWOOD et al., 2014a), devido à exposição cumulativa a outros fatores e alterações biológicas que tornam a cartilagem menos adaptável (ZHANG; JORDAN, 2010). Alguns autores consideram o sexo feminino como fator de risco, dada a maior prevalência de OA em mulheres (HART; DOYLE; SPECTOR, 1999; SILVERWOOD et al., 2014). As chances de desenvolver a doença ao longo da vida são de 40% para homens e 47% para mulheres (JOHNSON; HUNTER, 2014; ZHANG; JORDAN, 2010). Estas diferenças estão ligadas a alterações biológicas, como força óssea, frouxidão ligamentar, alinhamento articular, gestação e força neuromuscular (JOHNSON; HUNTER, 2014).

O padrão de hereditariedade da OA ainda está sendo investigado, mas em estudos realizados com gêmeos foi encontrada uma influência de 39% a 50% dos fatores genéticos nos casos de OA de joelhos (ZHANG; JORDAN, 2010). As alterações genéticas podem influenciar os demais fatores de risco, como excesso de peso, maior sensibilidade à dor e características mecânicas da articulação, além de desenvolver um fenótipo mais favorável ao surgimento de doenças reumáticas. Adicionalmente, há evidências de alguns genes que afetam os padrões patofisiológicos da doença (JOHNSON; HUNTER, 2014) associados à produção e degradação de substâncias que alteram o metabolismo da cartilagem (VALDES & SPECTOR, 2010).

A alta densidade mineral óssea e a fraqueza muscular têm sido discutidas na literatura. Pessoas com densidade óssea elevada têm as chances de incidência de OA aumentadas (SURI; MORGENROTH; HUNTER, 2012), pois apresentam um fenótipo favorável a formações ósseas, principalmente nas articulações de suporte do peso corporal, sugerindo um mecanismo alterado de formação e reabsorção nos ossos (HARDCASTLE et al., 2015). Fraqueza muscular no quadríceps também é um importante fator de risco para o desenvolvimento e progressão da OA (OUESTAD et al., 2014). A redução na força muscular pode afetar a estabilidade do joelho nos movimentos com a carga do peso corporal (LITWIC et al., 2013).

O excesso de peso e a obesidade são altamente associados à incidência da OA (FELSON, 1988; FELSON; LAWRENCE, 2000; ZHANG; JORDAN, 2010), pois alteram os mecanismos de distribuição das cargas corporais e o alinhamento das articulações do quadril e do joelho (ASTEPHEN WILSON et al., 2011). Estudos apontam que um aumento de cinco unidades no Índice de Massa Corporal (IMC) ou 5kg no peso corporal está associado a um aumento de aproximadamente 35% do risco da incidência da OA radiográfica no joelho (BLIDDAL; LEEDS; CHRISTENSEN, 2014; MALY et al., 2013). Um aumento de 0,5Kg no peso corporal pode aumentar a carga no joelho em 1 a 1,4Kg durante o apoio unipodal (FELSON; LAWRENCE, 2000). O excesso de peso também está associado à severidade e progressão da patologia, além de contribuir com as dificuldades na mobilidade (BLIDDAL; LEEDS; CHRISTENSEN, 2014; COOPER et al., 2000). Em contrapartida, a redução do peso



corporal também reduz o risco de incidência de OA nos joelhos (ZHANG; JORDAN, 2010).

O uso repetitivo da articulação também tem sido associado ao surgimento da OA (JOHNSON; HUNTER, 2014). Estudos reportam que pessoas cujas ocupações requerem movimentos repetitivos de agachar, levantar pesos ou ajoelhar, têm duas vezes mais chances de desenvolver a doença, principalmente se houver sobrepeso (JOHNSON; HUNTER, 2014; LITWIC et al., 2013; ZHANG; JORDAN, 2010). A prática de atividade física e de esportes de rendimento gera controvérsias na literatura. Alguns estudos encontraram correlações positivas entre a prática de atividades físicas repetitivas e o risco de incidência da OA (SILVERWOOD et al., 2014; ZHANG; JORDAN, 2010). Entretanto, estudos mais recentes com atletas concluíram que apenas os esportes de alto impacto para a articulação têm relação com a doença. Quando não há histórico de lesões anteriores, a atividade física não é considerada um fator de risco (JOHNSON; HUNTER, 2014).

Alterações mecânicas e lesões na articulação do joelho podem favorecer o desgaste da cartilagem articular, aumentando o risco de incidência da doença (SILVERWOOD et al., 2014). Lesões nos meniscos, nos ligamentos cruzados e danos diretos à cartilagem podem causar alterações na estrutura da articulação, modificando a distribuição das cargas corporais, o que está associado ao desenvolvimento precoce da OA (JOHNSON; HUNTER, 2014; LITWIC et al., 2013).

Devido ao grande número de fatores que podem desencadear a doença, sua etiologia é complexa. Porém, conhecendo estes fatores, torna-se tarefa mais fácil identificar as possíveis causas da patologia. Diversos mecanismos fisiológicos têm sido investigados com o objetivo de buscar intervenções mais eficazes na prevenção e tratamento da OA.

### 3.1.2. Fisiopatologia

A OA é uma doença de origem multifatorial caracterizada pela perda progressiva, reparação inadequada da cartilagem articular e remodelagem do osso subcondral. O líquido sinovial, a cartilagem e o osso subcondral são as três estruturas afetadas pela patologia (REZENDE; CAMPOS; PAILO, 2013). O processo natural de envelhecimento das células da cartilagem (condrócitos) causa alterações metabólicas que também contribuem com o aumento da secreção de substâncias inflamatórias no local (BERENBAUM, 2013). Além da degradação natural que ocorre no processo de envelhecimento, essas estruturas sofrem a influência de outros mecanismos de caráter fisiológico, inflamatório e mecânico.

A cartilagem é um tecido avascular formado por uma matriz extracelular esparsamente povoado de células incapazes de responder a um processo inflamatório da mesma forma que outros tecidos. É composta por 66 a 80% de água, 48 a 62% de colágeno e 22 a 38% de proteoglicanos (CAMANHO, 2001). Os condrócitos, único tipo de célula presente na cartilagem, possuem metabolismo celular muito lento e são incapazes de se regenerar (BERENBAUM, 2013).

Os mecanismos que levam ao desequilíbrio metabólico da cartilagem não são claros, mas os estudos apontam para um padrão circular de associação entre fatores mecânicos (forças externas e internas na articulação, características mecânicas da cartilagem) e fisiológicos (metabolismo celular da cartilagem, presença de substâncias inflamatórias) (ANDRIACCHI; FAVRE, 2014; BERENBAUM, 2013). A distribuição incorreta da carga na articulação (REZENDE; CAMPOS; PAILO, 2013), associada ao processo natural de envelhecimento dos tecidos e alterações mecânicas causadas por lesões levam ao aumento do estresse em locais em que a articulação não está preparada para uma sobrecarga, acelerando o processo degenerativo (ANDRIACCHI; FAVRE, 2014; FELSON, 2013).

Os danos à cartilagem articular e ao osso subcondral favorecem a liberação adicional de substâncias que alteram o metabolismo da cartilagem, causando inflamações no líquido sinovial (JOHNSON; HUNTER, 2014). Na tentativa de envolver

os detritos originários da degeneração da cartilagem, ocorre edema local e o aumento da secreção de sinalizadores da degradação que desencadeiam a produção de marcadores inflamatórios e substâncias catabólicas (FELSON, 2013; REZENDE; CAMPOS; PAILO, 2013). Em pessoas obesas, além dos fatores mecânicos, as substâncias pró-inflamatórias secretadas pelo tecido adiposo contribuem com a inflamação do líquido sinovial (BERENBAUM, 2013; BLIDDAL; LEEDS; CHRISTENSEN, 2014).

Adicionalmente, ocorre a ativação de mecanismos de sinalização a nível celular (dor, por exemplo) em resposta às alterações mecânicas na articulação. Durante a execução de movimentos com o suporte do peso corporal (como levantar de uma cadeira, subir e descer escadas), esse mecanismo de sinalização pode acarretar em modificações no padrão desses movimentos (ANDRIACCHI; FAVRE, 2014; FELSON, 2013). Como consequência desses processos ocorre deformação da articulação, diminuição do espaço articular, esclerose óssea, formação de osteófitos, atrofia muscular e sinovites (PEDERSEN; SALTIN, 2006), principais características clínicas identificadas nos exames de imagem.

### 3.1.3. Características clínicas da OA

Por meio de exames radiológicos e de imagem é possível identificar o estreitamento do espaço intra-articular, formação de osteófitos, esclerose do osso subcondral e formações císticas. O osso subcondral sofre alterações proliferativas na margem das articulações e no assoalho da cartilagem, que são microfraturas regeneradas de forma irregular, formando calos ósseos e dando origem aos osteófitos (DUARTE et al., 2013). Clinicamente, a OA é caracterizada por dor, rigidez e instabilidade articular, crepitação, atrofia muscular e edemas (CROSS et al., 2014; HOCHBERG et al., 2012).

De acordo com o ACR (1986), o diagnóstico da OA é feito seguindo os critérios: a) em exames clínicos avalia-se a presença de dor no joelho e três dos sintomas: mais de 50 anos, rigidez articular por menos de 30 minutos pela manhã, crepitação,

maleabilidade óssea, alargamento ósseo e ausência de sinovite; b) em exames clínicos e de imagem avalia-se a presença de dor no joelho e um dos sintomas: mais de 50 anos, rigidez articular por menos de 30 minutos pela manhã e crepitação. Além disso, a presença de inflamação na articulação verificada em exames de imagem pode ser um marcador da severidade e até mesmo indicador da progressão radiográfica da OA (BERENBAUM, 2013).

A classificação do grau de comprometimento da articulação afetada pode ser realizada por meio de escalas, como a de Kellgren-Lawrence (ZHANG; JORDAN, 2010). A escala classifica a OA em cinco graus, variando de 0 a 4, numa escala crescente de severidade. O grau 0 refere-se a articulação normal; o grau I refere-se ao estreitamento do espaço articular duvidoso e possíveis osteófitos na borda; o grau II ao possível estreitamento do espaço articular osteófitos definidos; o grau III ao estreitamento do espaço articular definido, múltiplos osteófitos moderados, alguma esclerose subcondral e possível deformidade do contorno ósseo e, por fim, o grau IV refere-se ao notável estreitamento do espaço articular, severa esclerose subcondral, definida deformidade do contorno ósseo e presença de grandes osteófitos (KELLGREN; LAWRENCE, 1957).

A dor articular é um sintoma importante, presente nos casos de OA sintomática. Pode ter característica aguda ou crônica, pode ser reflexa ou derivar do nervo eferente simpático devido à transmissão deficiente no nível cortical e espinhal (FORREST, 1998). A dor aguda é autolimitante e tem efeito protetor da articulação, devido ao mecanismo de sinalização. A dor crônica, por outro lado, é processo da OA, e pode persistir por muitos anos. Se não for tratada, pode causar ansiedade, medo, depressão, sonolência e menor interação social (HAVIV et al., 2013).

Dor e comprometimento nas articulações que são responsáveis por suporte de peso corporal podem prejudicar seriamente a mobilidade e levar a dependência funcional (GLASS et al., 2013; HENRIKSEN et al., 2014), tornando o indivíduo menos ativo (PEDERSEN; SALTIN, 2006) e afetando a qualidade de vida (ALVES; BASSITT, 2013; BENNELL et al., 2011). Diversos estudos descrevem alterações na funcionalidade, na mobilidade, na função muscular e na qualidade de vida como consequências da OA (ALNAHDI; ZENI; SNYDER-MACKLER, 2012; MALY; COSTIGAN; OLNEY, 2006; PANG et al., 2015; TERWEE et al., 2006), sendo as

maiores dificuldades observadas nas tarefas que requerem equilíbrio dinâmico, como levantar de uma cadeira, subir e descer escadas e caminhar (REIS et al., 2014). A seguir serão apresentadas as principais alterações decorrentes da OA na marcha, equilíbrio, função muscular, funcionalidade e qualidade de vida.

#### 3.1.4. Marcha e osteoartrite

O principal indicador da mobilidade é a marcha, caracterizada por uma sequência de eventos sincronizados que tem como objetivo permitir o deslocamento do ser humano de um local a outro, ao mesmo tempo em que mantém a estabilidade postural (VAUGAHN; DAVIS; O'CONNOR, 1999). Os eventos que caracterizam a marcha são o contato de pé com o solo (geralmente iniciado pelo calcanhar) e a retirada do pé do solo, repetidos com o outro membro, num ciclo (FIGURA 1).

O ciclo da marcha pode ser caracterizado por duas fases distintas, uma de apoio (momento em que o pé está em contato com o solo) e outra de balanço (momento em que o membro inferior se desloca para frente). Um ciclo completo (0-100%) ocorre quando ambos os membros realizaram as fases de apoio e balanço em sequência (PERRY, 2005). Cada etapa do ciclo da marcha tem uma importância funcional: durante as fases de apoio duplo e simples ocorre a distribuição e sustentação da carga corporal, e na fase de balanço ocorre a elevação do membro e lançamento para frente para o início de um novo ciclo (KAUFMAN; SUTHERLAND, 2006).

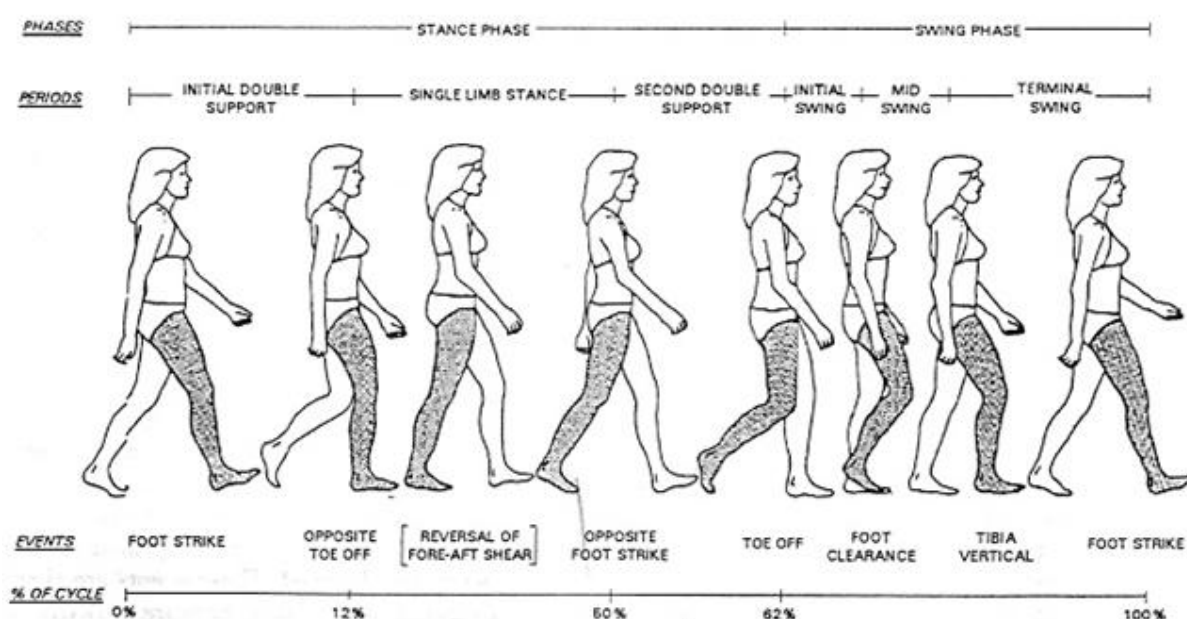


FIGURA 1 - REPRESENTAÇÃO DE UM CICLO DA MARCHA E OS EVENTOS QUE OCORREM EM CADA FASE DO INÍCIO (0%) AO FIM DO CICLO (100%).  
 FONTE: ROSE & GAMBLE, 2006

A alteração mais visível no envelhecimento é a diminuição da velocidade da marcha, que pode indicar perda de força e potência muscular, resultando em limitações nas atividades da vida diária (AVD) e dependência funcional (LAURENTANI et al., 2003; ROLAND et al., 2003; SHUMWAY-COOK et al., 2007). Outra característica importante é o aumento do tempo nas fases de apoio e diminuição da duração da fase de balanço, que podem estar associados a dificuldades em manter o equilíbrio (BUTLER; DRUZIN; SULLIVAN, 2006).

A marcha é a tarefa funcional mais básica na vida de um ser humano. Devido às alterações mecânicas e fisiológicas causadas pela OA, além das consequências naturais do processo de envelhecimento, podem ocorrer modificações nos padrões cinéticos e cinemáticos da marcha nas pessoas acometidas pela doença (KAUFMAN et al., 2001). Destacam-se a redução na velocidade da marcha, o aumento na flexão do joelho no momento em que o calcanhar toca o solo, o aumento das forças de rotação internas e a redução geral na amplitude de movimento na articulação (KAUFMAN et al., 2001; CHILDS et al., 2004; ZENI; HIGGINSON, 2009).

A redução da velocidade da marcha tem sido sugerida como um mecanismo protetor encontrado pelas pessoas com OA para reduzir a carga na articulação, principalmente no momento em que o calcanhar toca o solo (ZENI; HIGGINSON, 2009). Dependendo da severidade da doença, ocorre aumento na dor e diminuição da mobilidade articular, reduzindo ainda mais a velocidade da marcha (ASTEPHEN et al., 2008). Este parâmetro da marcha tem forte relação com o índice de sobrevivência da população idosa, portanto, quanto menor a velocidade da marcha, pior a funcionalidade do idoso (STUDENSKI; PERERA; PATEL, 2011). Pessoas com OA também apresentam diminuição do comprimento da passada e na cadência da marcha em comparação com idosos assintomáticos (BALIUNAS, 2002; KO et al., 2011; WOLF, 2015).

O ângulo de flexão do joelho também sofre alterações na OA, e chega a ser 4-6° menor na fase de apoio da marcha em relação a pessoas assintomáticas. O indivíduo com OA já inicia o contato com o solo com o joelho flexionado devido à menor amplitude de movimento na extensão do joelho, e redução da força muscular do quadríceps (BALIUNAS, 2002; CHILDS et al., 2004). Durante a marcha dos indivíduos com OA ocorre um padrão de co-ativação da musculatura acessória dos músculos quadríceps e isquiotibiais (BALIUNAS, 2002; DUFFELL et al., 2014).

Outro indicador importante de alterações na marcha de pessoas com OA é o comportamento da força de reação do solo (FRS). A componente vertical da força de reação do solo durante o período de apoio na marcha apresenta uma curva característica, formada por dois picos e um vale, que indicam a FRS na fase de aceitação da carga, de apoio e de propulsão. Geralmente, esses dois picos apresentam uma magnitude um pouco maior que o peso corporal (ROSE & GAMBLE, 2006; BARELA; DUARTE, 2011). Em pessoas com OA estes picos são menores quando comparados a idosos assintomáticos, variando entre 90% a 110% do peso corporal (CHILDS et al., 2004; HUNT et al., 2006), enquanto pessoas sem OA geralmente apresentam 120% do peso corporal no primeiro pico de FRS (PERRY, 2005). Estas alterações estão associadas ao grau de severidade da doença (WOLF, 2015; CHILDS et al., 2004), e à velocidade da marcha, visto que maiores velocidades produzem maior pico de FRS (BARELA; DUARTE, 2011; PERRY, 1992), e idosos com OA caminham com velocidade menor que idosos assintomáticos. Estudos

sugerem que estes sejam mecanismos de proteção da articulação contra a dor e progressão da degeneração causada pela OA (CHILDS et al., 2004; HENRIKSEN et al., 2014).

O aumento do momento adutor do joelho (força interna de rotação) durante a marcha é outro importante indicador das forças compressivas no compartimento medial da articulação, e tem correlação com a presença, severidade e progressão da doença (ASTEPHEN et al., 2008; MORGENROTH et al., 2014). Essa alteração nas forças internas é produto das modificações no alinhamento da articulação decorrente da perda da cartilagem e remodelação óssea (DUFFELL et al., 2014).

Idosos com OA unilateral (somente um membro acometido) tendem a compensar a sobrecarga recebida nas articulações durante a marcha para a perna assintomática, na tentativa de reduzir a intensidade dos sintomas, causando assimetrias nos parâmetros biomecânicos da marcha (MILLS et al., 2013; SHAKOOR et al., 2003). Entretanto, estas alterações estão associadas ao grau de comprometimento das articulações afetadas (WOLF, 2015; MILLSS et al., 2013) e à presença de dor em um ou ambos os membros. No estudo de Creaby e colaboradores (CREABY; BENNELL; HUNT, 2012), por exemplo, foram observadas assimetrias apenas nos indivíduos que apresentavam dor em apenas um dos joelhos, independente do acometimento bilateral ou unilateral.

As alterações na marcha mencionadas, na presença de dor articular podem prejudicar a mobilidade do idoso com OA, interferindo na realização das tarefas da vida diária e aumentando a possibilidade de incidência de limitações funcionais. Modificações na mecânica articular também podem causar limitações ao equilíbrio destas pessoas, próximo tópico a ser tratado nesta revisão.



### 3.1.5. O sistema de controle postural e as alterações no equilíbrio decorrentes da OA

A manutenção da postura depende da interação entre os principais sistemas sensoriais (visual, vestibular e somatossensorial), o sistema nervoso central (SNC) e o ambiente (HORAK, MACPHERSON, 1996). O sistema visual fornece as informações sobre o ambiente externo e a posição do corpo no espaço (FREITAS; BARELA, 2006); o sistema vestibular controla as informações sobre a posição da cabeça em relação à gravidade, utilizando dados de aceleração linear e angular; e, por fim, o sistema somatossensorial recebe informações dos sensores espalhados pelo corpo, que fornecem ao SNC dados referentes à posição e velocidade dos segmentos corporais, a relação entre estes segmentos e o ambiente além de informações de contato (toque) com objetos externos, incluindo a superfície de contato (SHUMWAY-COOK; WOLLACOTT, 2003; FREITAS; BARELA, 2006).

Esta interação compõe o sistema de controle postural, que busca um estado de equilíbrio entre as forças externas (produzidas pelo ambiente) e internas (que geram torques articulares) que incidem sobre o corpo, mantendo a postura desejada. Um adequado controle postural consiste em manter o centro de massa do corpo dentro da base de suporte (geralmente entre os pés) nas diversas posturas corporais e em movimento (HORAK, SHUPERT, MIRKA, 1989).

Diversos componentes dos sistemas sensório motor e músculo esquelético são envolvidos para atingir a orientação postural e o equilíbrio postural. A orientação postural se refere à capacidade de manter o posicionamento e o alinhamento dos segmentos corporais, uns em relação aos outros e entre estes segmentos e o ambiente (HORAK, MACPHERSON, 1996). O equilíbrio postural é definido como sendo o estado em que todas as forças que agem sobre o corpo, internas (torque articulares) e externas (gravitacionais, inerciais de atrito e de reação), estejam equilibradas. Quando isto ocorre, o corpo tende a manter uma posição desejada, como ocorre na posição ereta, ou pode mover-se de forma controlada (WINTER, 1995; HORAK, MACPHERSON, 1996; WOOLLACOTT; TANG, 1997).

Com o envelhecimento, pode haver uma redução na capacidade dos sistemas em detectar alterações a estímulos e utilizá-los para manter a postura. A diminuição da acuidade visual, da sensibilidade tátil, do número de receptores periféricos, e a degeneração natural do sistema vestibular podem dificultar a comunicação entre os sistemas, afetando a manutenção da postura (FREITAS; BARELA, 2006; HORAK, 2006). A redução da força muscular, por sua vez, afeta a capacidade de gerar respostas rápidas, aumentando o tempo de reação a um estímulo e a oscilação do corpo nos limites da base de suporte (HORAK, SHUPERT, MIRKA, 1989). Sendo assim, a possibilidade de perder o equilíbrio durante a execução de uma tarefa simples (como mudar de direção na caminhada ou descer uma escada) é aumentada na população idosa e pode resultar em aumento do risco de quedas acidentais.

Em idosos com OA pode ocorrer maior oscilação postural no equilíbrio estático comparados com idosos assintomáticos (HALL; MOCKETT; DOHERTY, 2006; PETRELLA et al., 2012), também em função da redução da força muscular (PARK et al., 2013). A dor e o grau de comprometimento da doença também influenciam a oscilação corporal, que pode ser causada por um reflexo inibitório da musculatura em torno da articulação afetada, que aumenta a instabilidade durante os movimentos (KIM et al., 2011; ALENCAR et al., 2007; HALL; MOCKETT; DOHERTY, 2006). Entretanto, enquanto alguns estudos associam a presença e a intensidade da dor nos joelhos com a piora do equilíbrio (HALL et al., 2006; HINMAN et al., 2012), outros estudos sugerem que o alívio da dor não promove efeitos na melhora do controle postural (HASSAN et al., 2012).

Sugere-se ainda que a diminuição da propriocepção na articulação do joelho afeta o controle do equilíbrio (LIM; PH; LEE, 2012). Por outro lado, alguns estudos observaram alterações no equilíbrio de pessoas com OA apenas em tarefas mais complexas que exigem equilíbrio dinâmico (HINMAN et al., 2002; REIS et al., 2014). Durante tarefas dinâmicas ocorrem mudanças na postura corporal que requerem o controle do movimento do Centro de Pressão (CP) em relação à base de suporte. As alterações na função muscular e na mecânica articular também podem interferir no controle postural de pessoas com OA, dificultando a execução de tarefas simples, como levantar de uma cadeira, subir ou descer escadas (HINMAN et al., 2002; REIS et al., 2014).

Assim como na marcha, ocorre um aumento na ativação de ambos os glúteos médios, do quadríceps e dos isquiotibiais no membro afetado durante o apoio unipodal. O padrão de ativação muscular durante o equilíbrio unipodal em pessoas com OA leve é semelhante ao de indivíduos com OA severa durante a fase de apoio da marcha. Isso pode ser considerado como fator de risco, ou mecanismo protetor da articulação (DUFFELL et al., 2014). Visto que a redução da força muscular pode provocar alterações na marcha, no equilíbrio e consequentemente na funcionalidade, os efeitos da OA na função muscular serão discutidos a seguir.

### 3.1.6. Alterações na função muscular e osteoartrite

Um dos principais fatores que interferem na capacidade funcional do idoso é a redução progressiva de força (dinapenia) e massa muscular (sarcopenia), que se evidenciam a partir dos 60 anos (JANSSEN, 2011). Ocorrem nesse processo alterações neurais e nas propriedades contráteis do músculo (CLARK; MANINI, 2012), como o aumento na coativação da musculatura agonista, redução no recrutamento e no sincronismo de ativação das Unidades Motoras (UM) (CLARK; MANINI, 2012).

Em relação à estrutura e composição muscular, a redução de força pode ser caracterizada pela diminuição de proteínas contráteis e aumento intramuscular de tecido adiposo (DELMONICO et al., 2009). O aumento na gordura intramuscular está relacionado com o declínio na qualidade muscular, pois uma parte do tecido muscular é substituída por tecido não contrátil (FRONTERA, 2006). Ocorre também a diminuição da velocidade de condução nervosa (AAGAARD *et al.*, 2002), afetando a capacidade de desenvolver força rapidamente. A potência muscular em idosos, especialmente nos membros inferiores tem papel fundamental na realização das atividades da vida diária como andar, subir e descer escadas e levantar de uma cadeira (EARLES; JUDGE; GUNNARSSON, 2001). Estas atividades requerem produção de torque rapidamente, portanto, a potência muscular pode ser mais importante para o idoso do que a força máxima (MISZKO et al., 2003; SUETTA et al.,

2004). Essas adaptações são comuns em idosos e estão associadas ao aumento da incidência de quedas, porém, são potencializadas em pessoas com OA.

Adicionalmente às modificações na arquitetura e função muscular decorrentes do envelhecimento, estudos apontam para adaptações neuromusculares importantes, como a redução do recrutamento de unidades motoras e da sensibilidade dos receptores proprioceptivos nos músculos extensores e flexores do joelho na presença de OA nesta articulação (HASSAN; MOCKETT; DOHERTY, 2001; LEWEK; RUDOLPH; SNYDER-MACKLER, 2004; SLEMENDA et al., 1997). Estas alterações podem representar perda de aproximadamente 25 a 45% da força dos extensores e 19 a 25% dos flexores do joelho em comparação a controles assintomáticos (HEIDEN; LLOYD; ACKLAND, 2009).

Dentre os fatores que levam à redução de força muscular, destacam-se a atrofia muscular difusa, que ocorre pela diminuição do uso do membro com dor (FELSON et al., 2000); a falha na ativação voluntária ocasionada por falha na ativação de unidades motoras ou redução na descarga elétrica nessas unidades; e a contração da musculatura antagonista ao mesmo tempo que a musculatura agonista (HEIDEN; LLOYD; ACKLAND, 2009). Nas pessoas com OA, esta contração simultânea da musculatura antagonista tem sido sugerida como mecanismo de estabilização ou de proteção da articulação contra dor e instabilidade nas tarefas em que é exigida força dos músculos extensores do joelho, por exemplo (COURTNEY; O'HEARN; HORNBY, 2012).

O pico de torque é um dos principais indicadores de força muscular e está associado à funcionalidade (PALMIERI-SMITH et al., 2012). Idosos com OA apresentam pico de torque dos músculos extensores do joelho reduzidos em relação a idosos assintomáticos (BAERT et al., 2013; LIAO et al., 2013; WOLF, 2015). Os músculos quadríceps têm papel importante na marcha, atuando na extensão do joelho na fase de balanço final, e na absorção da carga que incide na articulação do joelho no momento de choque do calcanhar no solo e durante a fase de apoio (PERRY, 2005; ROSE & GAMBLE, 2006). As alterações na função muscular também estão relacionadas ao aumento da oscilação postural no equilíbrio estático (DUFFELL et al., 2014b; HUBLEY-KOZEY; DELUZIO; DUNBAR, 2008). O grau de fraqueza do

quadríceps se relaciona com o grau da dor no joelho e o grau de limitação funcional (ALNAHDI; ZENI; SNYDER-MACKLER, 2012; SLEMENDA et al., 1998).

Todas estas alterações fisiológicas associadas causam impacto na funcionalidade, aumentando a dificuldade de realizar as tarefas da vida diária e afetando a percepção da qualidade de vida de idosos com OA.

### 3.1.7. Alterações na funcionalidade e na qualidade de vida decorrentes da OA

A funcionalidade está relacionada com a capacidade de realizar as atividades básicas (AVD) e instrumentais (AIVD) da vida diária de forma independente, ou seja, ter capacidade para banhar-se, alimentar-se, vestir-se e realizar tarefas mais complexas, como utilizar meios de transporte, fazer compras, carregar pesos leves e realizar tarefas domésticas (JETTE, 2006). A mobilidade é um indicador importante da funcionalidade e envolve desde atividades mais simples como mover-se da cama para uma cadeira, caminhar pequenas e longas distâncias, subir e descer escadas, até atividades estas que demandam grande amplitude articular, resistência, força (GURALNIK; FRIED; SALIVE, 1996) e potência muscular (MISZKO *et al.*, 2003).

A funcionalidade de um idoso é forte preditor de mortalidade e de várias outras consequências, como perda de independência, institucionalização, demência e quedas (GURALNIK *et al.*, 1996). Os idosos requerem esforço relativo maior que os jovens para realizar tarefas cotidianas (HORTOBAGYI et al., 2003). Desta forma, qualquer declínio adicional da capacidade física pode levar o idoso para uma situação de dependência para realizar as atividades da vida diária (RIKLI, JONES, 1999).

As modificações observadas na funcionalidade do idoso em decorrência do processo de envelhecimento podem ser potencializadas em pessoas com OA, acarretam em maior dificuldade para realizar tarefas simples da vida diária, como caminhar, subir e descer escadas, sentar e levantar de uma cadeira, entrar e sair de um carro, por exemplo (FELSON; LAWRENCE, 2000; MCALINDON et al., 1993). As limitações funcionais, por sua vez, são influenciadas pela idade, tempo de incidência

da OA e grau de severidade da doença (DE MATTOS et al., 2015; VAN BAAR et al., 1998), afetam a qualidade de vida destas pessoas (ALNAHDI; ZENI; SNYDER-MACKLER, 2012; HINMAN et al., 2010), e estão associadas à depressão (MALY; COSTIGAN; OLNEY, 2006).

A funcionalidade pode ser avaliada de forma direta, por meio de testes físicos, ou de forma indireta, por meio de questionários relacionados à qualidade de vida. Os testes físicos mais utilizados avaliam a realização de tarefas semelhantes às AVD, como caminhar, levantar e sentar em uma cadeira, caminhar mudando de direção, com foco nos membros inferiores (CHMELO; MESSIER, 2014; DOBSON et al., 2012; MALY; COSTIGAN; OLNEY, 2006; GURALNIK et al., 1994; STEFFEN; HACKER; MOLLINGER, 2002). As medidas indiretas estão relacionadas à percepção da mobilidade e das limitações físicas em geral e com o nível de atividade física (ALNAHDI; ZENI; SNYDER-MACKLER, 2012; WANDERLEY et al., 2011; MALY; COSTIGAN; OLNEY, 2006).

Conhecidas as principais alterações e implicações da OA, é possível traçar estratégias para o seu tratamento que tenham por objetivo melhorar a funcionalidade, o equilíbrio e a mobilidade e aumentar a força muscular. Adicionalmente, o tratamento da OA pode auxiliar na prevenção da progressão da doença, contribuindo com a melhora na qualidade de vida do idoso com osteoartrite.

### 3.1.8. Manejo e tratamento da Osteoartrite

Embora não seja conhecida a cura para a osteoartrite, esta responde a diversas formas de tratamento farmacológicas e não-farmacológicas. O tratamento farmacológico tem como objetivo o alívio dos sintomas dolorosos, a redução da inflamação e a melhora das condições bioquímicas e metabólicas do líquido sinovial e da cartilagem. Os principais medicamentos utilizados no tratamento da OA são analgésicos, opióides, corticosteróides intraarticulares, ácido hialurônico intra-articular, antiinflamatórios não esteróides, condroitina e glucosamina (MCALINDON et al., 2014).

O tratamento não-farmacológico inclui cirurgia de substituição da cartilagem e do osso subcondral por próteses, recomendado em casos de OA severa, quando o paciente apresenta mobilidade muito comprometida e sintomas agravados; terapias manuais, massagem, eletroestimulação, ultrassom, acupuntura, balneoterapia, intervenções biomecânicas (bengalas, órteses, palmilhas corretivas, etc) e exercícios físicos realizados em meio aquático e terrestre (DAVIS; MACKAY, 2013; MCALINDON et al., 2014). O objetivo dessas terapias é o alívio dos sintomas dolorosos, melhora na mobilidade, aumento da função muscular em torno da articulação afetada, melhora no equilíbrio e consequente melhora na funcionalidade e qualidade de vida (PEDERSEN; SALTIN, 2006). Na sequência desta revisão será discutido o tratamento da OA por meio de intervenções com programas de exercício físico, destacando diversas modalidades de atividade física, seus efeitos na patologia e nos possíveis mecanismos envolvidos.

#### 3.1.8.1. Evidências sobre Exercício e Osteoartrite

De acordo com as diretrizes da Sociedade Internacional de Pesquisa em Osteoartrite de 2014, os tipos de exercício mais recomendados no tratamento da OA de joelhos são: exercícios na água, tai-chi, treinamento de força e programas de treinamento multicomponente (programas combinando exercícios de força e aeróbios). Estes apresentam efeitos clinicamente importantes na redução da dor, aumento da força, melhora da mobilidade, da funcionalidade e da qualidade de vida dos praticantes (DE OLIVEIRA et al., 2012; MCALINDON et al., 2014). O exercício físico tem efeito adicional nas demais comorbidades que podem estar presentes (doenças cardiovasculares, diabetes, dislipidemia e obesidade).

Em pessoas com excesso de peso o exercício físico é importante, pois auxilia na redução do peso corporal, fator de risco para a incidência e progressão da OA (HOCHBERG et al., 2012). A perda de peso reduz as cargas articulares, os sintomas dolorosos, a deposição de gordura intramuscular e também aumenta a mobilidade e a funcionalidade (BLIDDAL; LEEDS; CHRISTENSEN, 2014; BECKWÉE et al., 2013).

Além disso, a perda de peso apresenta efeito benéfico na regulação das citocinas pró-inflamatórias (YÁZIGI et al., 2013).

Beckwée e colegas (2013) revisaram ensaios clínicos com programas de exercício e identificaram os possíveis mecanismos fisiológicos que levam ao efeito benéfico do exercício para pessoas com OA: a) o ganho de força nos músculos periarticulares contribui com a qualidade da cartilagem; b) o treinamento de resistência melhora a comunicação nos sensores das estruturas sensório motoras, aumenta a ativação neural, melhora a coordenação intra e intermuscular; c) a musculatura em torno da articulação atua como mecanismo de absorção das cargas na fase excêntrica do movimento; d) a cartilagem tem sensibilidade a estímulos mecânicos, portanto, o exercício ativa o metabolismo dos tecidos conectivos, que promove efeito na atividade metabólica e catabólica dos condrócitos; e) o exercício promove um efeito de pulsação do líquido sinovial, melhorando a nutrição da cartilagem.

Programas de exercícios aeróbios de baixo impacto articular realizados na água ou em solo são fortemente recomendados no tratamento da OA, pois promovem a perda de peso e a melhora no condicionamento geral do praticante (HOCHBERG et al., 2012; NELSON et al., 2014). Adicionalmente, o fortalecimento da musculatura em torno da articulação do joelho demonstra efeitos benéficos na estabilização da articulação (BECKWÉE et al., 2013; KNOOP et al., 2013), na melhora da distribuição das cargas articulares e consequente redução das forças de compressão (HINMAN et al., 2010); na melhora da mobilidade e da funcionalidade (DE OLIVEIRA et al., 2012).

Portanto, programas de exercícios multicomponentes são indicados como forma mais completa de intervenção no tratamento conservador (HOCHBERG et al., 2012; MCALINDON et al., 2014; PEDERSEN; SALTIN, 2006; REZENDE; CAMPOS; PAILO, 2013; SKOU et al., 2012; DAVIS; MACKAY, 2013). O ACR (2012) determina que, tanto o exercício realizado em solo como o exercício aquático, apresentam benefícios e são seguros para o praticante com OA. Desta forma, a escolha do meio no qual o exercício será realizado deve ser baseada na preferência do participante ou na sua habilidade para realizar os exercícios propostos.



### 3.1.8.2. O exercício aquático

Programas de exercícios aquáticos (EA) têm um apelo especial na população idosa em intervenções preventivas e de reabilitação, pois podem ser praticados por pessoas em condições especiais de saúde e pouco condicionamento físico. Estudos envolvendo idosos sem acometimentos osteoarticulares reportam benefícios desta modalidade de exercícios na força muscular, mobilidade e funcionalidade (BENTO et al., 2012, 2015; TSOURLOU et al., 2006). Masselli e colaboradores (2012) sugerem que, em comparação com outros programas de exercício, os programas aquáticos mostraram maior adesão entre pessoas com OA, que pode ser atribuída aos benefícios que a água proporciona, e ao aumento da percepção de auto-eficácia (HINMAN; HEYWOOD; DAY, 2007).

A água apresenta propriedades físicas estáticas e dinâmicas que conferem ao meio aquático características especiais que, quando bem conhecidas podem ser utilizadas para tornar o exercício mais efetivo (BENTO et al., 2012). A força de empuxo (flutuação) promove redução do peso corporal aparente, diminuindo o impacto nas articulações dos membros inferiores e a percepção da intensidade da dor (HINMAN; HEYWOOD; DAY, 2007). A redução do suporte de peso permite ainda chegar a maiores intensidades no exercício aeróbio e maior amplitude de movimento, comparado ao exercício em solo (MASSELLI et al., 2012; ROPER; BRESSEL; TILLMAN, 2013).

O treinamento, quando realizado em água aquecida (28° C a 32° C), pode reduzir a tensão e os espasmos musculares (WANG et al. 2007). A temperatura da água e a pressão hidrostática facilitam o relaxamento da musculatura e alívio da tensão, otimizando o movimento (HINMAN; HEYWOOD; DAY, 2007). Além disso, melhoram a circulação sanguínea, contribuindo com a dissipação de substâncias alogênicas (KAMIOKA et al., 2011; VALTONEN et al., 2010).

Há na literatura fortes evidências de que o exercício aquático promove melhora no condicionamento aeróbio (MASSELLI et al., 2012), na força muscular (BERGAMIN et al., 2012; HINMAN; HEYWOOD; DAY, 2007; WANG et al., 2007), em alguns

parâmetros da marcha (ROPER; BRESSEL; TILLMAN, 2013), no equilíbrio (BRESSEL et al., 2014; SUOMI; KOCEJA, 2000), na funcionalidade e nos sintomas de dor e rigidez articular (HINMAN; HEYWOOD; DAY, 2007; SUOMI; COLLIER, 2003; WALLIS et al., 2014) de idosos com OA. Sugere-se também um efeito agudo do exercício aquático no alívio da dor mesmo em casos de OA severa (MASSELLI et al., 2012).

Diversos estudos reportam efeitos na redução do peso corporal, que pode ser atribuída ao aumento da capacidade de realizar exercícios mais vigorosos, proporcionada pelo meio aquático (MASSELLI et al., 2012). Entretanto, Lim e colegas (2010) não encontraram diferenças na redução do peso corporal e nos demais benefícios comparando exercícios aquáticos e em solo em pessoas obesas com OA. Porém, o exercício aquático mostrou-se mais vantajoso nessa população, pois o alívio agudo da dor garantiu a assiduidade ao programa. O exercício realizado em solo causa mais desconforto em pessoas obesas, devido ao suporte total do peso corporal (LIM; TCHAI; JANG, 2010).

Embora a marcha nos ambientes aquático e terrestre apresente características biomecânicas diferentes (BARELA; DUARTE, 2008), Roper e colaboradores (2013) encontraram efeitos benéficos na velocidade angular do joelho na marcha e redução da dor articular após um programa de treinamento de caminhada em esteira aquática aplicado em idosos com OA. Outros estudos reportam efeitos do EA no aumento na distância percorrida e na velocidade da marcha avaliadas em testes de campo (ARNOLD; FAULKNER, 2010; BRESSEL et al., 2014; FISKEN et al., 2015; SILVA et al., 2008; WALLIS et al., 2014; WANG et al., 2011, 2007; WYATT et al., 2001).

Adicionalmente, programas de exercícios aquáticos podem promover benefícios no equilíbrio estático e dinâmico de idosos com OA, dependendo da especificidade dos estímulos do programa. A turbulência da água e a flutuação podem provocar instabilidade e perturbações no equilíbrio que requerem estratégias de recuperação e manutenção do controle postural (BENTO et al., 2015). Lund et al., (2008) e Bressel et al., (2014) realizaram programas de exercícios aquáticos contemplando estímulos específicos de perturbação e recuperação do equilíbrio utilizando a profundidade da água (LUND et al., 2008) e exercícios em esteira aquática (BRESSEL et al., 2014) e observaram melhora no controle postural dos participantes.

Nos estudos de Arnold & Faulkner (2010), Hale et al., (2012) e Fiskén et al., (2015) foi possível observar melhora no equilíbrio dinâmico de idosos com OA submetidos a programas de exercícios aquáticos compostos por exercícios de fortalecimento muscular, de equilíbrio e aeróbios.

Os efeitos do EA na função muscular de idosos com OA ainda são controversos. Poucos estudos observaram benefícios significativos na força muscular, e os resultados encontrados apresentam grande variação. Após intervenções com exercícios aquáticos, Hinman et al., (2007) reportam aumento de 5 a 10% da força isométrica apenas nos músculos abdutores do quadril; Wang et al., (2007) encontraram 45% de aumento na força muscular dos extensores do joelho, 11,5% nos extensores do quadril e 14,3% nos abdutores do quadril; Foley et al., (2003) também observaram melhora na força muscular dos músculos quadríceps após o programa de exercícios de resistência. Entretanto, alguns estudos não encontraram ganhos significativos na força e função muscular, provavelmente devido à algumas características dos programas de exercício (FISKÉN et al., 2015; LUND et al., 2008).

A progressão da intensidade e a especificidade dos exercícios do programa de EA são fatores determinantes para o aumento da força muscular. Os estudos que observaram resultados positivos na força muscular (FOLEY et al., 2003; HINMAN; HEYWOOD; DAY, 2007; WANG et al., 2007) realizaram exercícios específicos de fortalecimento muscular, cuja resistência e volume aumentaram ao longo do programa, o que pode ter resultado em adaptações neuromusculares. O incremento da resistência nos exercícios no meio aquático pode ser realizado aumentando a velocidade de execução dos movimentos, a área da superfície de contato com a água e utilizando materiais resistivos (BENTO et al., 2012; HINMAN; HEYWOOD; DAY, 2007; MASSELLI et al., 2012). A combinação destas estratégias causa aumento da força de arrasto e por consequência impõe maior sobrecarga sobre os grupos musculares exercitados (BENTO et al., 2012).

As tarefas do dia-a-dia, como levantar de uma cadeira, ou subir e descer escadas dependem mais da capacidade de produzir força rápida (potência muscular), do que da força absoluta (EVANS, 2000; PELLETIER; GINGRAS-HILL; BOISSY, 2013). Sendo assim, o exercício realizado em alta velocidade na água aparentemente pode promover os mesmos benefícios na funcionalidade encontrados com o exercício

de potência realizados em solo. Os resultados encontrados por Wyatt *et al.* (2001), Silva *et al.* (2007), Wang *et al.* (2007; 2011), Wallis *et al.* (2014), Bressel *et al.* (2014) e Fiskén *et al.* (2015) após programas de EA na funcionalidade e mobilidade de idosos com OA indicam que programas de exercícios aquáticos podem ser eficientes na melhora da mobilidade e na velocidade da marcha. A similaridade entre os movimentos realizados nos exercícios aquáticos e nas tarefas cotidianas avaliadas nos testes funcionais pode facilitar a transferência dos ganhos obtidos com o exercício, assim como o aumento da potência muscular promovido por exercícios específicos (BARRY; CARSON, 2004; HAZELL; KENNO; JAKOBI, 2007).

Visto que as principais consequências da OA afetam sensivelmente a capacidade de realizar as tarefas da vida diária, o tratamento por meio da prática de exercícios faz-se necessário para a prevenção da progressão da doença e para a melhora na funcionalidade dos idosos com OA. Embora não tenham sido encontradas evidências de que o exercício aquático possa ser mais efetivo que o exercício realizado em solo, este parece ser mais adequado para a população idosa com OA.

Com base nesta revisão, foi possível identificar uma lacuna na literatura sobre os efeitos do exercício aquático na melhora da força muscular e na transferência dos ganhos obtidos para a funcionalidade de idosos com OA. Este estudo pode contribuir com a prática clínica dos profissionais da saúde ampliando o conhecimento sobre as possíveis estratégias para o tratamento da OA por meio da prescrição de exercícios físicos aquáticos.

## 4. MÉTODOS

### 4.1. CARACTERÍSTICAS DO ESTUDO

Para determinar os efeitos de um programa de exercícios aquáticos em idosas com Osteoartrite de joelhos o presente estudo foi dividido em duas fases: controle e treinamento. As participantes foram alocadas em um único grupo, que passou por um período de quatro semanas de controle (mantendo a rotina de atividades diárias) antecedente ao programa de treinamento de dezesseis semanas. A escolha de quatro semanas para o período de controle foi estabelecida a fim de comprovar que quaisquer alterações encontradas após a intervenção pudessem ser atribuídas ao programa de exercícios aquáticos. Adicionalmente, em quatro semanas a possibilidade de ocorrer alterações em consequência da progressão da doença é reduzida. Outros estudos realizados com pessoas com OA como de Bressel e Wallis (BRESSEL et al., 2014; WALLIS et al., 2014) utilizaram esse desenho de estudo com o mesmo objetivo.

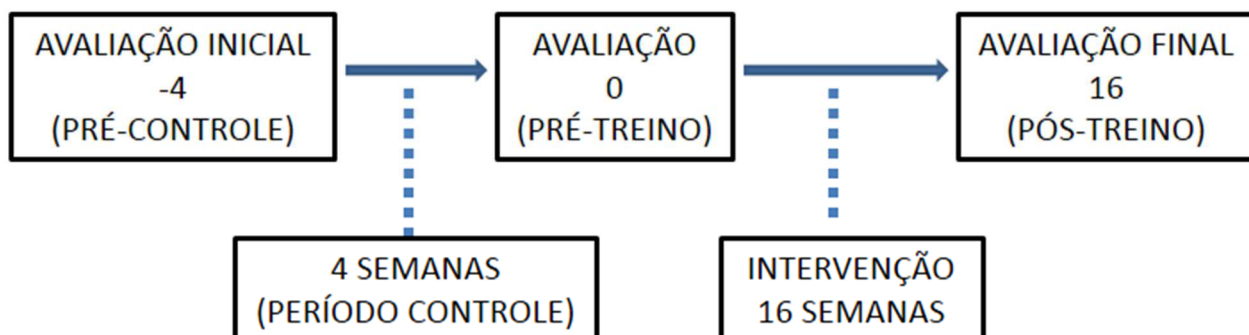


FIGURA 2 – REPRESENTAÇÃO DO DESENHO EXPERIMENTAL.  
FONTE: O AUTOR (2016)

Este método experimental foi escolhido por três motivos: i) pode ser mais eficiente na comprovação dos efeitos do programa de treinamento, pois as variáveis serão manipuladas, controladas e comparadas entre as mesmas pessoas; ii) em estudos anteriores realizados em nosso laboratório foram encontradas dificuldades no recrutamento e na formação de grupos com número suficiente de participantes devido

às características da população; iii) do ponto de vista ético, o método garante que os participantes recebam os benefícios da intervenção proposta logo após o período de controle, diferente dos métodos tradicionais (um grupo experimental e um grupo controle), em que um dos grupos permanece sem atividade física durante o período do estudo.

#### 4.1.1. Local e contexto do estudo

As participantes foram recrutadas do Serviço de Ortopedia e Traumatologia do Hospital de Clínicas da UFPR (HC/UFPR) e da comunidade local pelos meios de comunicação da UFPR, de jornais locais e da divulgação do projeto de pesquisa em unidades de saúde das regionais Cajuru e Boqueirão. As voluntárias oriundas do HC/UFPR foram informadas pelos médicos do serviço de ortopedia e traumatologia do hospital sobre a pesquisa e, quando interessadas, receberam um folder com informações e contato da pesquisadora. Quando oriundas da comunidade local, entravam em contato com a pesquisadora via e-mail ou telefone e foram informadas dos critérios e objetivos do estudo.

As sessões de avaliação foram realizadas no laboratório de biomecânica do Centro de Estudos do Comportamento Motor (CECOM), no Departamento de Educação Física (DEF/UFPR). O programa de exercícios aquáticos foi realizado na piscina do complexo aquático do Centro Universitário UniBrasil, em parceria com o CECOM.

#### 4.1.2. Critérios de inclusão

Foram incluídas no estudo mulheres com idade a partir de 60 anos com diagnóstico de Osteoartrite em um ou em ambos os joelhos comprovada por meio de exame radiográfico; que apresentassem mobilidade independente (sem utilizar

órteses e dispositivos auxiliares); e que não se enquadrassem em nenhum dos critérios de exclusão.

#### 4.1.3. Critérios de exclusão

Foram excluídas do estudo as voluntárias que apresentaram diagnóstico de OA ou próteses nas demais articulações dos membros inferiores; que tenham passado por cirurgia nos membros inferiores nos doze meses antecedentes ao estudo; que apresentaram comorbidades restritivas à prática de atividade física; e que estivessem participando de algum programa de exercícios nos seis meses antecedentes ao estudo. Além disso, as participantes deveriam apresentar aprovação em exame médico dermatológico para atividades aquáticas.

#### 4.1.4. População e amostra

Após o primeiro contato por telefone ou e-mail, 24 voluntárias que aceitaram participar do estudo foram recrutadas para a primeira sessão de avaliações. Na entrevista e anamnese (APÊNDICE 1), duas foram excluídas do estudo, uma por já estar participando de um programa sistemático de exercícios aquáticos e outra por apresentar diagnóstico de osteoartrite nas articulações do quadril e coluna, mas não nos joelhos. O grupo experimental foi composto então por 22 idosas com idade igual ou superior a 60 anos, com diagnóstico de osteoartrite em um ou ambos os joelhos, que realizaram as avaliações iniciais. Durante o período de controle (quatro semanas) duas voluntárias desistiram da participação no estudo devido a problemas pessoais e familiares.

Sendo assim, 20 idosas participaram da segunda sessão de avaliações (pré-treino) que antecedeu à intervenção de dezesseis semanas de exercícios aquáticos. Nas primeiras quatro semanas do programa de exercícios, 3 voluntárias desistiram de

participar devido a problemas pessoais. Ao final do programa (16 semanas) outras 3 participantes foram excluídas do estudo, pois não atingiram 75% de frequência nas sessões de exercícios. Na reavaliação final uma das voluntárias não pode realizar todos os testes devido à piora no quadro de dor nos joelhos. A amostra final para análise dos resultados foi de 12 idosas (FIGURA 3).

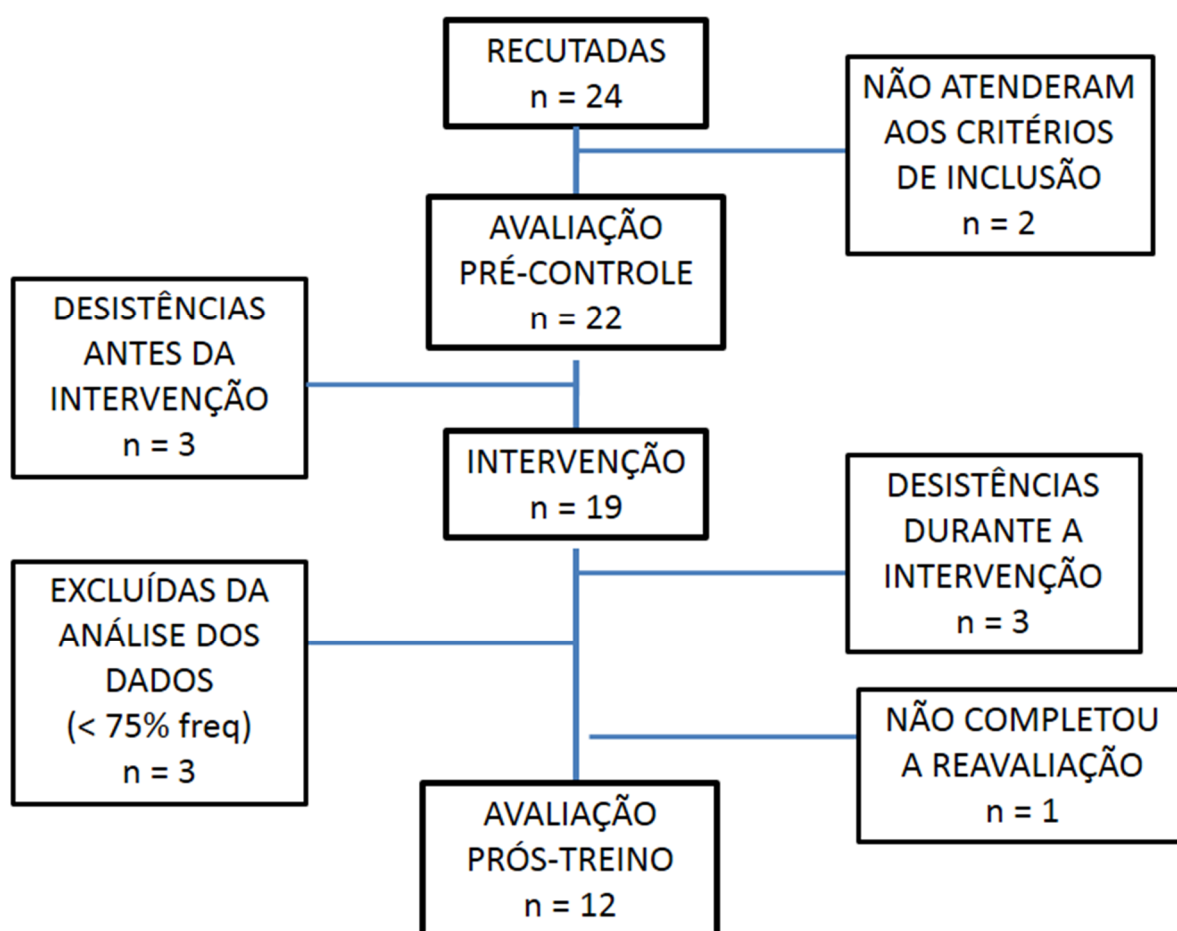


FIGURA 3 – REPRESENTAÇÃO DA AMOSTRA DO ESTUDO.  
FONTE: O AUTOR (2016)

Foi calculado o poder estatístico dos resultados obtidos para a amostra do estudo ( $n=12$ ) nas variáveis de força muscular e funcionalidade, que estão relacionadas com a capacidade de realizar as atividades da vida diária: Pico de Torque dos músculos extensores do joelho a  $60^\circ/s$  e  $180^\circ/s = 0,29$  e  $0,59$  respectivamente; Potência Média dos músculos extensores do joelho a  $60^\circ/s$  e  $180^\circ/s = 0,62$  e  $0,72$  respectivamente; e agilidade e equilíbrio dinâmico =  $0,75$ .



## 4.2. PROCEDIMENTOS

Após receberem informações sobre os objetivos do estudo e dos procedimentos, as voluntárias que concordaram em participar do estudo assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE 2) de acordo com os critérios do Comitê de Ética do Setor de Ciências da Saúde da UFPR, com parecer registrado sob o nº1.002.166 (ANEXO 1), atendendo à resolução 466/ 2012 do CNS e complementares.

O estudo foi dividido em duas fases, controle e treinamento. Após o recrutamento das participantes foi realizado o primeiro período de avaliações antecedente ao período de controle (-4). As participantes foram orientadas a manter as atividades da vida diária durante quatro semanas. O segundo bloco de testes (0) foi realizado logo após as quatro semanas de controle e uma semana antes do início do programa de treinamento. Por fim, o terceiro bloco (16) foi realizado ao final das dezesseis semanas de exercícios. O grupo experimental foi dividido em duas turmas para o programa de exercícios, com uma diferença de duas semanas no início do programa entre as turmas, conforme o período de recrutamento e avaliações.

No primeiro período de avaliações (-4) as participantes compareceram três vezes ao laboratório de biomecânica do Centro de Estudos do Comportamento Motor (CECOM) da Universidade Federal do Paraná (UFPR) para realização das sessões de testes. Nos períodos subsequentes (0 e 16) foram realizadas apenas duas sessões de avaliações. Cada sessão de testes teve duração máxima de 60 minutos. Foi respeitado um intervalo de 48 horas entre as sessões e os testes foram aplicados por uma mesma equipe de avaliadores, previamente treinados e com experiência nos protocolos utilizados.

Durante o período de quatro semanas de controle, as participantes receberam ligações semanais e foram orientadas a não alterar a rotina de atividades diárias e não participar de atividades físicas programadas, bem como informar aos pesquisadores o uso de novos medicamentos e a ocorrência de qualquer acometimento relacionado à saúde. As informações requisitadas nas ligações

(APÊNDICE 3) foram registradas para controlar alterações na rotina que pudessem influenciar as variáveis analisadas no estudo.

Na primeira visita ao laboratório as participantes responderam a uma anamnese clínica (APÊNDICE 1) e apresentaram o laudo médico com o diagnóstico da OA. A anamnese foi composta por questões relativas ao estado geral de saúde, sintomas, uso de medicamentos e diagnóstico da OA. As participantes que atenderam aos critérios de inclusão foram encaminhadas para a avaliação antropométrica (peso, estatura e circunferência abdominal), a avaliação de equilíbrio estático e da marcha. No início e no final de cada teste foi apresentada uma escala visual analógica de dor de 10cm, na qual indicaram a dor nos joelhos naquele momento.

Na segunda visita foi realizada a mensuração da dor, avaliação da funcionalidade e a familiarização do teste de força muscular. Na terceira visita foi realizada novamente a mensuração da dor e a avaliação da força muscular. Os questionários IPAQ (ANEXO 2), SF-36 (ANEXO 3) e *Western Ontario and McMaster Universities Index* (WOMAC) (ANEXO 4) foram respondidos em ordem aleatória durante as sessões de avaliações nos intervalos entre os testes.

A dor foi investigada em todas as sessões de avaliações antes e depois dos testes, pois idosos com OA poderiam apresentar episódios de crises de dor. Controlando o índice de dor a cada avaliação foi possível identificar um padrão para cada voluntária. Sendo assim, quando ocorriam variações abruptas nos sintomas dolorosos a sessão de avaliações era suspensa e adiada, pois a dor aguda é um fator limitante na execução das tarefas do dia-a-dia e dos testes (HAVIV et al., 2013).

### 4.3. PROTOCOLOS DE INVESTIGAÇÃO

#### 4.3.1. Avaliação da percepção de dor

A Escala Visual Analógica de dor (EVA) (FIGURA 4) foi apresentada para a avaliada no início e final de todos os testes. Esta deveria indicar na escala o quanto de dor estava sentindo em cada um dos joelhos entre “ausência de dor” e “dor máxima” (ANDRADE et al., 2006), mencionando o número correspondente (de 0 a 10). Os valores foram registrados nas fichas dos testes.



FIGURA 4 – REPRESENTAÇÃO DA ESCALA VISUAL ANALÓGICA DE DOR (EVA)  
 FONTE: GUIMARÃES; ANDRADE (2015).

#### 4.3.2. Avaliação antropométrica

Foi avaliada a massa corporal, a estatura, a circunferência abdominal, e calculado o Índice de Massa Corporal (IMC).

A mensuração da massa corporal foi realizada em balança digital, expressa em quilogramas, com precisão de 0,1Kg e capacidade máxima de 150 kg. A avaliada estava descalça, em posição ortostática, com os pés posicionados ao centro da balança e com os braços ao longo do corpo. A vestimenta foi o mais leve possível: camiseta e uma bermuda justa ao corpo.

A estatura foi avaliada com estadiômetro fixo à parede com precisão de 0,1cm. A idosa manteve-se em posição ortostática, descalça, com os pés unidos e os

calcanhares em contato com a parede. As superfícies posteriores do calcanhar, cintura pélvica, cintura escapular e região occipital e cabeça permaneciam orientadas no plano de Frankfurt. O ponto mais alto da cabeça ao fim de uma inspiração foi utilizado como referência. Foram realizadas três medidas e considerada a média como valor real.

A circunferência abdominal foi mensurada com uma fita antropométrica com precisão de 0,1cm. A avaliada manteve-se em posição ortostática, com as superfícies posteriores do calcanhar, cintura pélvica, cintura escapular e região occipital e cabeça orientada no plano de Frankfurt. O avaliador mediu a circunferência abdominal posicionando a fita perpendicular ao solo na linha da cicatriz umbilical.

O Índice de Massa Corporal (IMC) foi calculado através da divisão dos valores da massa corporal (kg) pelo quadrado da estatura (m):

$$\text{IMC} = \text{massa (Kg)} / (\text{estatura (m)})^2$$

#### 4.3.3. Avaliação da marcha

O sistema Vicon® foi utilizado para captação dos dados da marcha. É composto por 9 câmeras que operam com um sistema infravermelho de detecção de marcadores, sendo 6 do modelo MX-13 e 3 do modelo T10, com frequência de aquisição de 100 Hz. Foi calibrada a área para a realização do ciclo da marcha em uma passarela de 9m de comprimento e 1,5m de largura, onde havia uma plataforma de força (AMTI, modelo OR-06, USA) coberta por um tapete escuro e emborrachado para que as avaliadas não identificassem sua localização. A plataforma de força foi sincronizada com o sistema Vicon®, e coletou os dados com uma frequência de 1000 Hz. O sistema foi controlado através do software Nexus 2.0.

A coleta de dados foi realizada observando o seguinte protocolo: A avaliada estava descalça, vestindo roupas justas e confortáveis. Marcadores autoadesivos (esferas de 25 mm de diâmetro) foram colocados em ambos os membros inferiores, nos seguintes pontos anatômicos: espinhas ilíacas ântero-superiores, osso sacro,

terço médio do fêmur, epicôndilo lateral do fêmur, terço médio da tíbia, maléolo lateral da tíbia, articulação metatarsofalangeana do segundo dedo e calcâneo. A união dos centros articulares possibilitou a determinação dos segmentos corporais, que foram utilizados para compor o modelo biomecânico Plug-in-Gait usado para a análise (FIGURA 5).

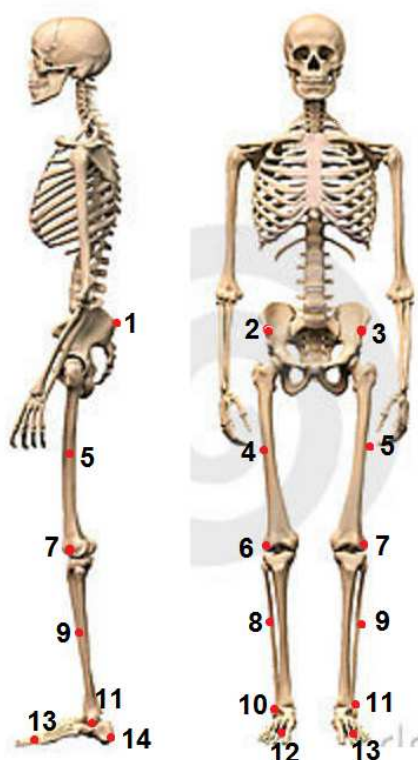


FIGURA 5 – MODELO BIOMECÂNICO PARA A ANÁLISE DA MARCHA DE PESSOAS IDOSAS. NOTA: 1- SACRO; 2- ESPINHA ILÍACA ÂNTERO SUPERIOR DIREITA; 3- ESPINHA ILÍACA ÂNTERO SUPERIOR ESQUERDA; 4- TERÇO MÉDIO DO FÊMUR DIREITO; 5- TERÇO MÉDIO DO FÊMUR ESQUERDO; 6- EPICÔNDILO LATERAL DIREITO; 7- EPICÔNDILO LATERAL ESQUERDO; 8- TERÇO MÉDIO DA TÍBIA DIREITA; 9- TERÇO MÉDIO DA TÍBIA ESQUERDA; 10- MALÉOLO LATERAL DIREITO; 11- MALÉOLO LATERAL ESQUERDO; 12- ARTICULAÇÃO METATARSOFALANGEANA DO SEGUNDO DEDO DO PÉ DIREITO; 13- ARTICULAÇÃO METATARSOFALANGEANA DO SEGUNDO DEDO DO PÉ ESQUERDO; 14- CALCÂNEO DIREITO; 15- CALCÂNEO ESQUERDO. FONTE: WOLF, 2015.

A participante caminhou pela passarela na velocidade habitual, por aproximadamente 3 minutos para familiarização com os procedimentos e com a área de coleta. O ponto de partida da marcha foi ajustado para cada idosa avaliada e foram então registrados os dados de 10 tentativas em que a avaliada tocou o centro da plataforma de força com o pé direito e 10 tentativas com o pé esquerdo. Os dados foram coletados com frequências de 100 Hz para o sistema Vicon, e 1000 Hz para a

plataforma de força. Os dados utilizados para caracterizar um ciclo da marcha correspondem ao intervalo de dois toques consecutivos do mesmo calcanhar no solo.

A partir do modelo biomecânico (FIGURA 5), uma análise tridimensional (3D) da marcha foi realizada. As coordenadas dos pontos anatômicos foram filtradas por meio de um filtro com funções do tipo *Spline*. Logo em seguida os dados foram normalizados em função do tempo e expressos em termos percentuais da duração do ciclo da marcha. Deste modo, o início do movimento foi considerado como instante 0% (toque do calcanhar no solo) e o fim do ciclo com 100% (toque do mesmo calcanhar no solo). O efeito deste tipo de procedimento tem sido considerado mínimo, pois apenas o tempo de duração do movimento é manipulado. Para análise dos resultados, foram considerados os três primeiros ciclos válidos de cada membro inferior e média agrupada das três tentativas foi calculada e utilizada para representar o desempenho de cada idosa.

A análise cinemática foi realizada para determinar as características espaciais e temporais do ciclo da marcha. Foram analisadas as variáveis espaciais lineares:

- Velocidade da marcha (VEL): velocidade do sujeito no sentido de deslocamento (m/s)
- Comprimento da passada (CDP): distância entre o contato inicial do pé analisado e o segundo contato do mesmo pé, projetada no eixo de deslocamento do sujeito (m)

E as variáveis temporais:

- Cadência (CAD): número de passos por unidade de tempo (passos/min)
- Tempo da fase de apoio (TAP): tempo total em que o membro analisado se encontra em contato com o solo (% do ciclo). Para esta variável foi considerado o ciclo completo, normalizado de 0 a 100%.
- Tempo da passada (TP): tempo de duração de uma passada (s)

As variáveis cinéticas da marcha foram adquiridas pela plataforma de força durante a fase de apoio da marcha. Os dados da força de reação do solo vertical ( $F_z$ )

foram normalizados e calculados por meio de rotinas específicas desenvolvidas em ambiente de programação Matlab (*MatLab R2009a v. 780347 The MathWorks Inc. – USA*) (APÊNDICE 4). As variáveis escolhidas a partir desta componente foram:

- Pico de Frenagem (PFR): Força máxima gerada no primeiro pico de força vertical de reação do solo na fase de contato do calcanhar com o solo e aceitação da carga em relação ao peso corporal (N/PC) (Figura 6).

- Pico de Propulsão (PPR): força máxima gerada no segundo pico da força vertical de reação do solo no final da fase de apoio em relação ao peso corporal (N/PC) (FIGURA 6).

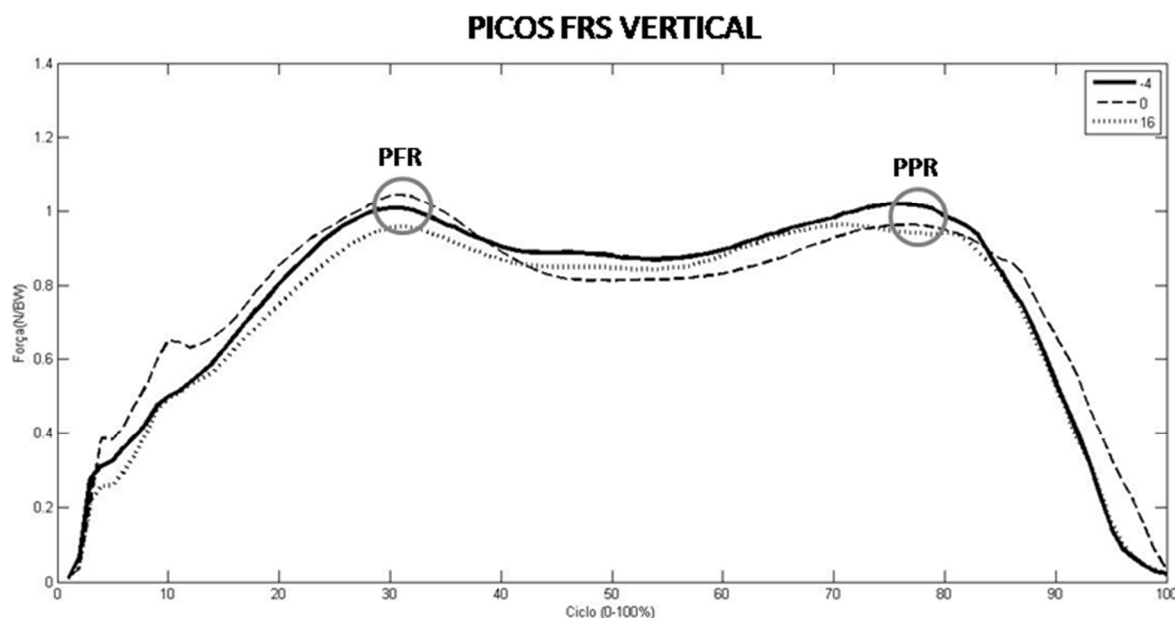


FIGURA 6 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA CURVA DA FRS VERTICAL DE UMA PARTICIPANTE DO ESTUDO COM COMPORTAMENTO TÍPICO DA MÉDIA DO GRUPO.

NOTA: PFR = PICO DE FRENAGEM; PPR: PICO DE PROPULSÃO; N/BW = PESO CORPORAL.

FONTE: O AUTOR (2016)

- Taxa de Aceitação do Peso (TXAP): definida conceitualmente e operacionalmente como a inclinação da curva (força x tempo) durante a fase de contato do calcanhar com o solo e suporte de carga. Pode ser obtida por vários intervalos, porém neste estudo foram utilizados os intervalos de 20% a 80% do PFR (FIGURA 7). Pode-se dizer que valores altos de TXAP indicam que o membro inferior sofreu a ação destas forças num curto intervalo de tempo, caracterizando grande

impacto, enquanto valores menores indicam que as forças foram distribuídas em um intervalo maior de tempo, reduzindo a expressão do impacto.

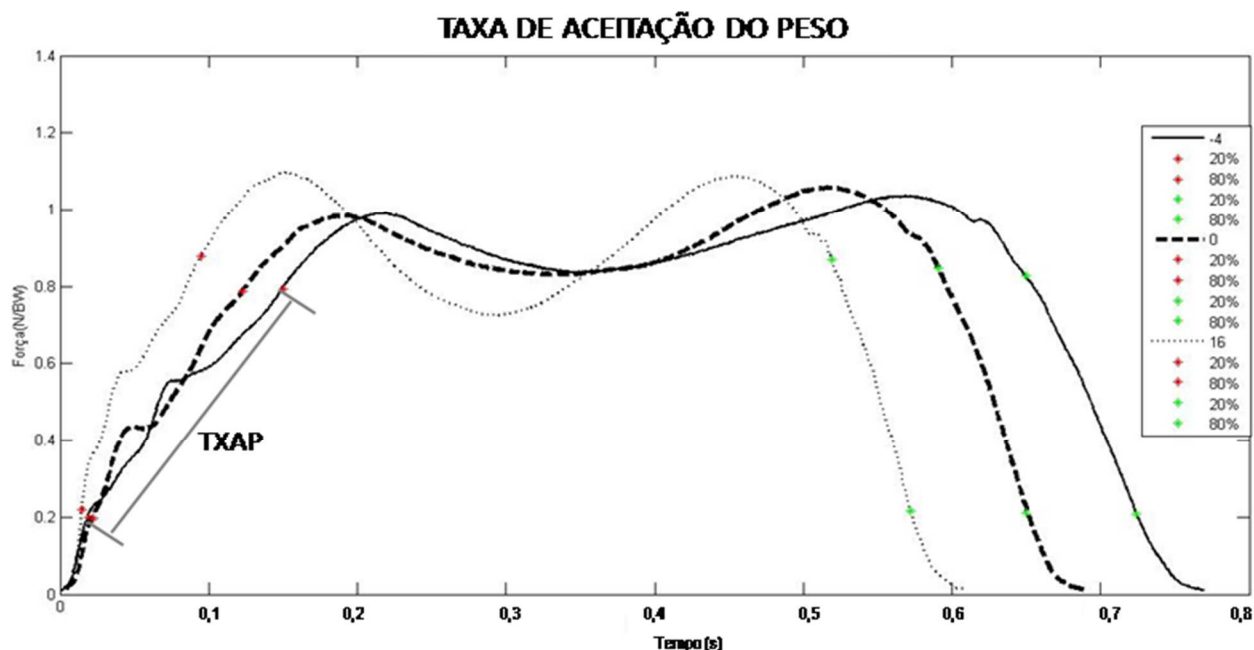


FIGURA 7 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA TAXA DE ACEITAÇÃO DO PESO DE UMA PARTICIPANTE DO ESTUDO COM COMPORTAMENTO TÍPICO DA MÉDIA DO GRUPO.

NOTA: TXAP = TAXA DE ACEITAÇÃO DO PESO; N/BW = NEWTONS EM RELAÇÃO AO PESO CORPORAL.

FONTE: O AUTOR (2016)

- Impulso de Frenagem (ImFR): impulso vertical calculado a partir da integral da  $F_z$  pelo método trapezoidal, do início da fase de apoio até o vale da curva (apoio médio) (FIGURA 8), expresso em N.s.

- Impulso de Propulsão (ImPR): impulso vertical calculado a partir da integral da  $F_z$  pelo método trapezoidal, do vale da curva (apoio médio) até o final (fase de apoio terminal) (FIGURA 8), expresso em N.s.

- Impulso Total (ImT): impulso vertical total calculado a partir da integral da  $F_z$  pelo método trapezoidal. Trata-se da força realizada durante o tempo em apoio unipodal (FIGURA 8), expresso em N.s.



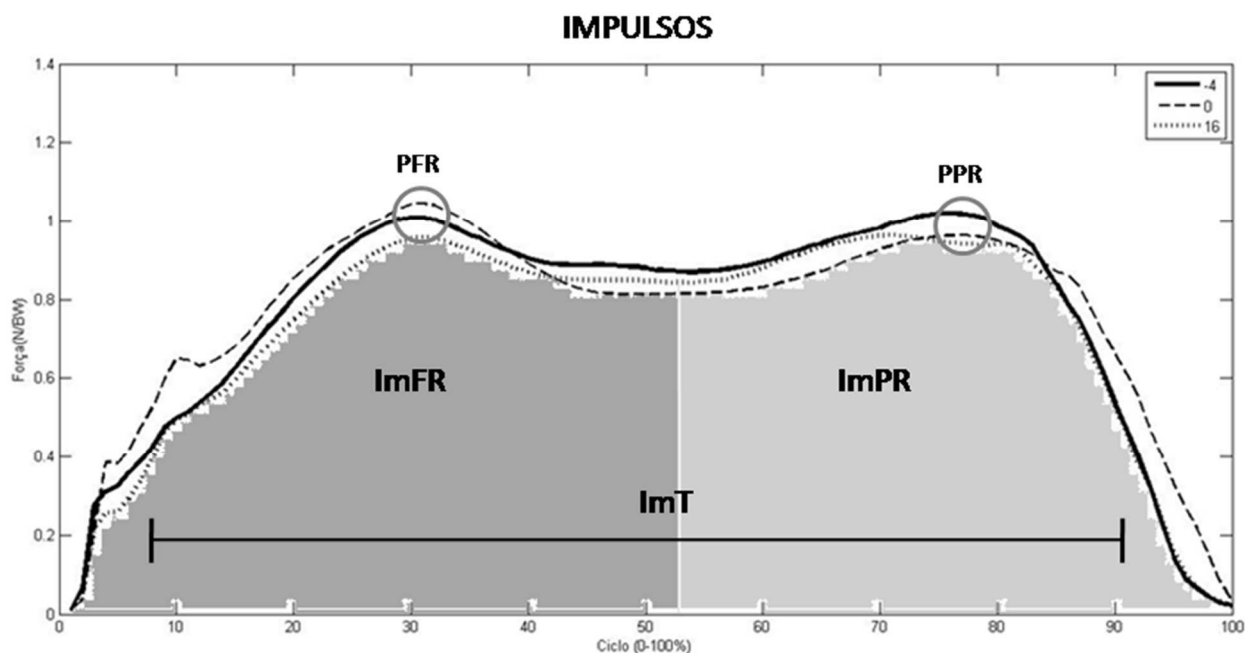


FIGURA 8 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS IMPULSOS TOTAL, DE FRENAGEM E DE PROPULSÃO DE UMA PARTICIPANTE DO ESTUDO COM COMPORTAMENTO TÍPICO DA MÉDIA DO GRUPO.

NOTA: PFR = PICO DE FRENAGEM; PPR = PICO DE PROPULSÃO; IMFR = IMPULSO DE FRENAGEM; IMPR = IMPULSO DE PROPULSÃO; IMT = IMPULSO TOTAL.

FONTE: O AUTOR (2016)

#### 4.3.4. Avaliação do equilíbrio estático

Os testes de equilíbrio foram realizados com a utilização de uma plataforma de força (AMTI, modelo OR-06, USA), um aparelho que fornece avaliação das alterações posturais por meio da medida das forças de reação do solo (PALMIERI *et al.*, 2002). O equipamento é composto por duas superfícies rígidas, uma superior e uma inferior, interligadas por sensores de forças (tipicamente quatro). Os sensores de força tipo célula de carga estão arrançados para medir os três componentes da força,  $F_x$ ,  $F_y$  e  $F_z$ , e os três componentes do momento de força,  $M_x$ ,  $M_y$  e  $M_z$  agindo sobre a plataforma (FIGURA 9) (DUARTE; FREITAS, 2010).

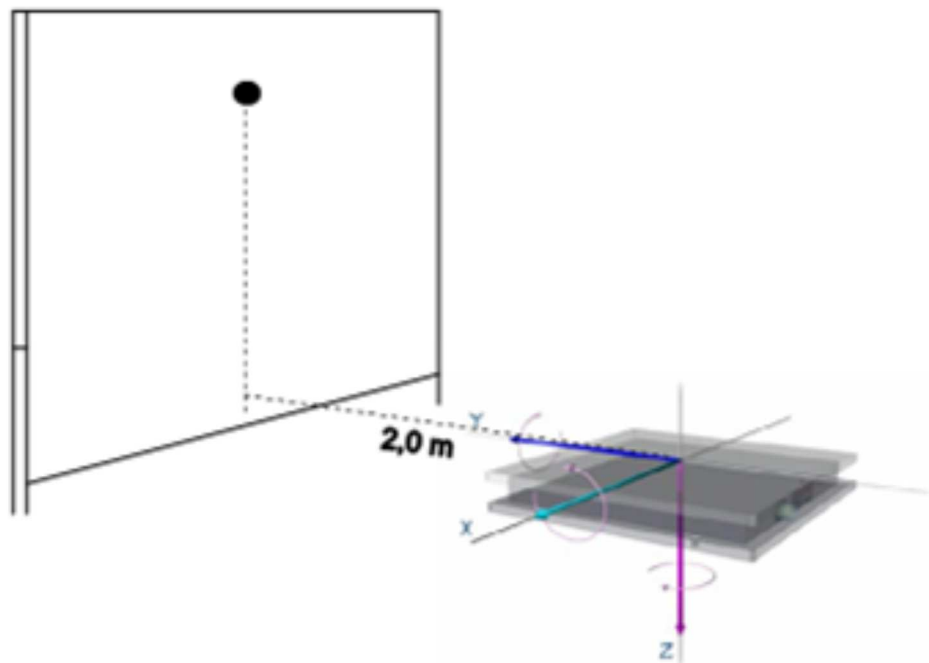


FIGURA 9 - REPRESENTAÇÃO DO POSICIONAMENTO DO PAINEL COM A REFERÊNCIA VISUAL E DA PLATAFORMA DE FORÇA PARA AVALIAÇÃO DO EQUILÍBRIO.  
FONTE: DUARTE; FREITAS (2010).

A coleta de dados foi realizada observando os seguintes procedimentos: as voluntárias foram posicionadas sobre a plataforma de força com os pés orientados no eixo X, a uma distância de 2m de um painel com um ponto fixo desenhado aproximadamente na altura dos olhos (FIGURA 9), com os braços relaxados posicionados ao longo do corpo e sem conversar. Os testes foram realizados em duas condições sorteadas pela avaliada: a) com os pés em base reduzida (os pés unidos do hálux ao calcanhar no centro da plataforma) e os olhos abertos (BiOA) e b) com os pés em base reduzida e os olhos fechados (BiOF). Para garantir a segurança das voluntárias e evitar quedas, dois avaliadores estavam posicionados próximo da avaliada durante o teste.

Nas condições BiOA e BiOF as voluntárias foram orientadas a assumir a posição na plataforma e permanecer até que fosse autorizada a saída da plataforma. As avaliadas deveriam olhar fixamente ao desenho no painel durante o tempo de coleta de dados na condição de olhos abertos. A plataforma de força registrou dados com uma frequência de aquisição de 100 Hz durante 30 segundos. Foram realizadas

três tentativas em cada condição, com um intervalo de descanso de aproximadamente 60 segundos entre cada tentativa. De acordo com Pinsault e Vuillerme (2009), três tentativas de 30s de coleta de dados na plataforma são suficientes para obter os parâmetros do CP.

O protocolo de testes e as variáveis analisadas foram selecionados com base em estudos de confiabilidade das medidas de posturografia, em que foi encontrada alta correlação intra classe (ICC) ( $>0,75$ ), indicando boa confiabilidade (ambos os estudos consideram ICC  $>0,75$  excelente) na repetição da medida do teste na população idosa (PINSULT; VUILLERME, 2009).

Os dados de força de reação do solo obtidos na plataforma foram processados e as variáveis foram calculadas por meio de uma rotina escrita e desenvolvida em ambiente de programação Matlab (*MatLab* R2009a v. 780347 *The MathWorks Inc. – USA*) (APÊNDICE 5). Foram utilizadas as médias das curvas das três tentativas para o cálculo das variáveis de deslocamento do CP.

O Centro de Pressão (CP) é a medida mais comumente utilizada em avaliações de posturografia (DUARTE; FREITAS, 2010). O deslocamento do CP é utilizado para fazer inferências sobre os mecanismos do controle postural (LAFOND *et al.*, 2004). As medidas mais comumente utilizadas são as medidas da área de excursão total do CP nos sentidos ântero-posterior (AP) e médio-lateral (ML), e a velocidade da oscilação (LIN *et al.*, 2008; DOYLE; NEWTON; BURNETT, 2005). A amplitude média de oscilação tem se mostrado uma medida confiável (RUHE; FEJER; WALKER, 2010; LAFOND *et al.*, 2004; LIN *et al.*, 2008) indicada para avaliações na posição ereta (PRIOLI *et al.*, 2006; BORTOLAIA; BARELA; BARELA, 2003).

O posicionamento do CP nas direções AP e ML foi obtido para o cálculo das variáveis: a) comprimento total da trajetória percorrida pelo CP sobre a base de suporte (Comp CP); b) velocidade média de deslocamento do CP nos sentidos ântero-posterior, médio-lateral e total (VM Ap; VM MI e VMT); c) amplitude média do CP nos sentidos ântero-posterior, médio-lateral e total (Amp Ap e Amp MI).

#### 4.3.5. Avaliação da função muscular

A força e a potência muscular dos músculos quadríceps e isquiotibiais foram mensuradas por meio de teste de flexão e extensão do joelho em dinamômetro isocinético (Biodex System 3; Biodex Medical Systems). Antes do início e ao final do teste as voluntárias apontaram na EVA a dor em cada um dos joelhos naquele momento.

A voluntária foi posicionada sentada confortavelmente na cadeira do equipamento, com encosto inclinado a 85° e estabilizada por cintos no tronco, cruzando o quadril, em volta de uma das coxas e em volta do tornozelo do membro a ser testado logo acima do maléolo medial. A cadeira foi posicionada de maneira que o epicôndilo lateral do joelho avaliado estivesse alinhado com o eixo de rotação do braço do equipamento (FIGURA 10). O membro dominante foi determinado de acordo com a resposta das voluntárias à pergunta: “qual é a sua perna dominante?” e quando a avaliada não sabia responder, foi questionado “com qual perna a senhora chutaria uma bola?”. O membro mais sintomático foi registrado como “joelho acometido” com base nas informações da anamnese clínica.

O protocolo selecionado foi composto por séries de avaliações de três repetições do movimento de extensão e flexão do joelho em modo concêntrico nas velocidades angulares de 60°/s e 180°/s respectivamente, com intervalo de 120 segundos entre as séries. Os dados foram adquiridos a uma frequência de aquisição de 1000 Hz. Ambos os membros foram testados unilateralmente em ordem aleatória. As voluntárias receberam instruções para realizar as tentativas o “mais rápido e forte possível”. Antes do teste foram realizadas três a cinco repetições submáximas do movimento em cada velocidade angular para familiarização com a carga imposta pelo equipamento. Durante a coleta de dados os avaliadores incentivaram verbalmente as idosas a realizar o máximo de força na maior velocidade possível.



FIGURA 10 – POSICIONAMENTO E AJUSTE DO EQUIPAMENTO PARA AVALIAÇÃO DE FORÇA ISOCINÉTICA DOS EXTENSORES E FLEXORES DO JOELHO.  
FONTE: O AUTOR (2015)

Foram analisadas as variáveis:

- Pico de Torque (PT) de extensão e flexão dos joelhos a 60°/s e 180°/s, obtido pelo maior valor de torque de extensão e flexão de uma determinada curva, expresso em N.m;

- Pico de Torque de extensão e flexão dos joelhos a 60°/s e 180°/s normalizado pela massa corporal (PT/MC), obtido pela divisão do pico de torque pela massa corporal, expresso em % da massa corporal;

- Potência média (POT) de extensão e flexão dos joelhos a 60°/s e 180°/s, que representa a velocidade em que os músculos extensores e flexores do joelho são capazes de realizar trabalho, expressa em Watts;
- Trabalho total (TT) de extensão e flexão dos joelhos a 60°/s e 180°/s, que consiste no cálculo da área das curvas de extensão e flexão, expresso em Joules;
- Trabalho total de extensão e flexão dos joelhos a 60°/s e 180°/s normalizado pela massa corporal (TT/MC), obtido pela divisão do trabalho total pela massa corporal e expresso em % da massa corporal;
- Razão agonista/antagonista (RZ) dos músculos extensores e flexores dos joelhos a 60°/s e 180°/s, obtida pela divisão do pico de torque de extensão pelo pico de torque de flexão dos joelhos, expressa em % em relação ao pico de torque da extensão.

#### 4.3.6. Avaliação da funcionalidade e qualidade de vida

Para avaliação da funcionalidade foi utilizado um conjunto de testes que avaliam as limitações funcionais com base no desempenho em tarefas semelhantes às atividades da vida diária, composto pelo *Short Physical Performance Battery Test* (SPPB), Teste de Levantar e Caminhar Cronometrado (LCC), Teste de Caminhada de 10 metros (TC10) e Teste de Caminhada de 6 minutos (TC6). Para a realização dos testes foi necessário utilizar uma cadeira sem apoios laterais (braços), de aproximadamente 43cm de altura, fita adesiva, um cronômetro e dois cones para demarcar o percurso do teste de marcha.

A bateria de testes SPPB, adaptada culturalmente (NAKANO, 2007) e validada (FREIRE et al., 2012) para a população idosa brasileira, é composta por três testes que avaliam o equilíbrio estático em pé, a velocidade da marcha e a força muscular dos membros inferiores.

O teste de equilíbrio desta bateria foi realizado em local e condições diferentes do teste de plataforma de força, em superfície plana, com os pés em posição ortostática, semi-tandem (calcâneo de um dos pés encostado ao lado do hálux do outro) e tandem (calcâneo encostado a frente do hálux), nas quais a avaliada escolhe qual pé fica posicionado a frente. O avaliador demonstrou cada posição do teste, e iniciou a contagem do tempo logo que a avaliada assumiu a posição, com ou sem auxílio. O teste foi interrompido quando a avaliada deslocou um dos pés ou recorreu ao avaliador para recuperar o equilíbrio, ou quando o tempo ultrapassou 10 segundos (GURALNIK 1994). Embora o equilíbrio estático tenha sido avaliado na primeira sessão por meio dos testes na plataforma de força, este teste foi realizado para compor a pontuação final do protocolo SPPB.

O teste de caminhada de curta distância avalia a velocidade da marcha. O percurso foi demarcado por cones posicionados a uma distância de 4 metros em um corredor plano. A participante foi orientada a caminhar do início ao fim do percurso na velocidade usual, “como se estivesse indo ao supermercado”. O avaliador anotou o tempo de duas tentativas (ida e volta), sendo prevalente o menor tempo (GURALNIK 1994). A velocidade da marcha foi calculada dividindo a distância percorrida (m) pelo tempo de execução (s).

O teste de sentar e levantar de uma cadeira avalia a força muscular da extremidade inferior. Foi realizado utilizando uma cadeira com encosto, e altura de aproximadamente 43 cm, encostada a uma parede. A avaliada iniciou o teste sentada, com os joelhos relaxados e as mãos cruzadas sobre o peito e, ao sinal do avaliador, levantou e sentou-se na cadeira novamente o mais rápido possível cinco vezes. O avaliador registrou o tempo para a realização das cinco repetições até o momento em que a avaliada estava em pé com os joelhos estendidos na quinta repetição (GURALNIK 1994).

Cada teste recebeu uma pontuação de 0 a 4 pontos, de acordo com o desempenho da avaliada. A pontuação total (soma dos três testes) varia de 0 a 12 pontos, sendo 0 indicativo de pior função física e 12 o nível mais alto desta função (NAKANO, 2007; FREIRE et al., 2012).

Logo em seguida foi realizado o teste de Levantar e Caminhar Cronometrado (LCC), traduzido e validado para a população idosa brasileira por Cabral (2011) avalia a agilidade e equilíbrio dinâmico de idosos (ALEXANDRE; MIZUTA, 2012). Após demonstração do avaliador, a voluntária foi solicitada a levantar-se de uma cadeira, andar uma distância linear de 3m, virar-se, retornar no mesmo percurso e sentar-se na cadeira novamente (FIGURA 11). O cronômetro foi disparado ao primeiro movimento do tronco para levantar, e parado no momento em que a avaliada tocou o encosto da cadeira com as costas ao sentar-se. Foi registrado o tempo para a realização da tarefa em duas tentativas, e o menor tempo foi utilizado para análise.



FIGURA 11 – REPRESENTAÇÃO DO TESTE DE LEVANTAR E CAMINHAR CRONOMETRADO (LCC).  
FONTE: SABCHUK, 2013.

O tempo de realização da tarefa em até 10 segundos é considerado normal para adultos saudáveis, independentes e sem risco de quedas. Tempos entre 11 e 20 segundos são esperados para idosos frágeis, com independência parcial e com risco de quedas aumentado. Mais de 20 segundos para realizar o teste indica dificuldade importante da mobilidade e alto risco de quedas (ALEXANDRE; MIZUTA, 2012).

O teste de caminhada de 6 minutos (TC6) foi utilizado com o objetivo de avaliar a capacidade aeróbia relacionada à funcionalidade das participantes. A avaliada foi orientada a caminhar a maior distância possível, sem correr, durante seis minutos (CRAPO et al., 2002), em um percurso linear e plano de 60 metros, demarcado por fitas adesivas no chão a cada 1 metro. Ao final do tempo determinado, foi registrada a distância total percorrida pela avaliada em metros.



Para verificar a velocidade da marcha rápida foi aplicado o teste de caminhada de 10 metros em velocidade máxima, que está associado à potência muscular dos membros inferiores, condicionamento cardiovascular e função respiratória (TIBAEK et al., 2015). O teste foi realizado em um percurso linear total de 14 metros demarcados por cones. Os dois metros iniciais e finais foram demarcados com fita adesiva para indicar o início e o final do percurso de 10m, sendo utilizados para aceleração e desaceleração. A avaliada foi orientada a “caminhar o mais rápido possível sem correr, de um cone a outro”. O cronômetro era iniciado quando o primeiro pé da avaliada passava pela fita da marca de 2m, e parado quando o primeiro pé atingia a marca de 10m. Foram realizadas duas tentativas, e o menor tempo foi registrado para análise.

Os resultados dos testes de marcha em velocidade usual e máxima (4m e 10m respectivamente) foram analisados por meio da velocidade da marcha expressa em m/s para possibilitar comparações com resultados de outros estudos e com valores de referência.

A qualidade de vida e o impacto da OA foram avaliadas por meio dos questionários *Medical Outcomes Study 36 – Item Short-Form Health Survey (SF-36)* e *Western Ontario and McMasters University Index (WOMAC)*. O SF-36 foi desenvolvido pelos estudiosos Ware e Sherbourne em 1992 e foi traduzido e validado para a língua portuguesa por Ciconelli e colaboradores em 1999 (CICONELLI et al., 1999). Esse instrumento é recomendado pela Liga Internacional de Associações de Reumatologia e pela Sociedade de Pesquisas em OA como o mais adequado instrumento de avaliação genérica de saúde para o acompanhamento de populações com OA de joelho, além de ter se mostrado um instrumento adequado para a população idosa (ALEXANDRE; CORDEIRO; RAMOS, 2008).

O instrumento é composto por 11 questões e 36 itens que englobam oito domínios, contemplando a capacidade funcional, aspectos físicos, dor, estado geral da saúde, vitalidade, aspectos sociais, aspectos emocionais, saúde mental e uma questão comparativa sobre a percepção atual da saúde. O indivíduo recebe um escore em cada domínio, que varia de 0 a 100, sendo 0 pior percepção de qualidade de vida e 100 melhor percepção de qualidade de vida (WARE; GANDEK, 1998).

O impacto da OA na qualidade de vida foi avaliado por meio das variáveis dor, rigidez articular e funcionalidade do questionário *Western Ontario and McMaster Universities Index* (WOMAC), na versão traduzida e validada para a população brasileira (BORTOLUZZI, 2008). O questionário foi desenvolvido para avaliar alterações clínicas relevantes à saúde do paciente com Osteoartrite. É composto por três dimensões relacionadas à qualidade de vida dos idosos com OA: 5 questões para dor, 2 questões para rigidez articular e 17 questões sobre funcionalidade, cujas respostas são convertidas em um escore baseado em uma escala do tipo Lickert que varia de 0 a 4 pontos. A maior pontuação, obtida pela soma dos pontos na escala, indica maior comprometimento nos domínios acima citados (McCONNELL et al, 2001).

#### 4.4. PROGRAMA DE EXERCÍCIOS AQUÁTICOS

As voluntárias participaram de um programa de exercícios aquáticos durante dezesseis semanas, com duas sessões semanais de 60 minutos de duração, totalizando 32 sessões. O programa foi realizado no Complexo Aquático do Centro Universitário UniBrasil, em uma piscina de natação de 25m de comprimento, 12m de largura e aproximadamente 1,2 de profundidade, aquecida e com temperatura controlada em torno de 30° a 32°C.

O planejamento do programa de exercícios está apresentado no Quadro 1. Cada sessão foi composta por 10 minutos de aquecimento em intensidade leve, com movimentos multiarticulares de grande amplitude, como abdução, adução e rotação dos membros superiores, rotação lateral do tronco, pequenos saltitos, abdução e adução dos membros inferiores, flexão e extensão do quadril e pequenos deslocamentos pela piscina, seguida de 20 minutos de exercícios de força muscular para membros inferiores e superiores com e sem uso de equipamentos resistivos executados em velocidade máxima. Logo após os exercícios de força foram realizados 20 a 25 minutos de exercícios de caminhada e corrida aquática com deslocamentos em diversas direções e velocidades. As sessões de treino finalizavam com 5 a 10 minutos de exercícios de alongamento dos grandes grupos musculares dos membros

superiores, inferiores e do tronco e atividades de relaxamento, como massagens e atividades em grupo.

Os exercícios de força foram realizados na maior velocidade possível mantendo a amplitude e execução de movimento corretas, com ou sem uso de equipamento resistivo, de acordo com a progressão do programa. Ao longo da intervenção foram incluídos novos exercícios e variações com o objetivo de aumentar o grau de dificuldade dos exercícios e variar os estímulos (QUADRO 1). Para assegurar o incremento da velocidade de execução dos exercícios, as participantes foram orientadas a contar o número de repetições realizadas na primeira série e incentivadas a realizar mais repetições nas séries seguintes.

Os exercícios de caminhada e corrida aquática (aeróbicos) foram compostos por deslocamentos de frente, de costas e laterais, realizados em diversas direções, sentidos e velocidades. No início do programa as voluntárias foram estimuladas a caminhar pela piscina na maior velocidade possível, até que conseguissem correr. Foram realizadas variações dos estímulos de corrida, individuais e em grupo, contínuos ou intervalados, com duração de 20 a 25 minutos (QUADRO 1).

A cada cinco sessões de treinamento foi realizada uma atividade de corrida em velocidade máxima de um lado a outro da piscina durante 12 minutos contínuos. As voluntárias foram estimuladas a percorrer o máximo de “piscinas” possível durante todo o tempo da atividade. O número de piscinas percorridas pelas participantes foi registrado e a distância máxima percorrida foi calculada como forma de controle da evolução do treinamento de caminhada e corrida aquática. As médias das distâncias percorridas na atividade estão representadas em forma de gráfico na Figura 12.

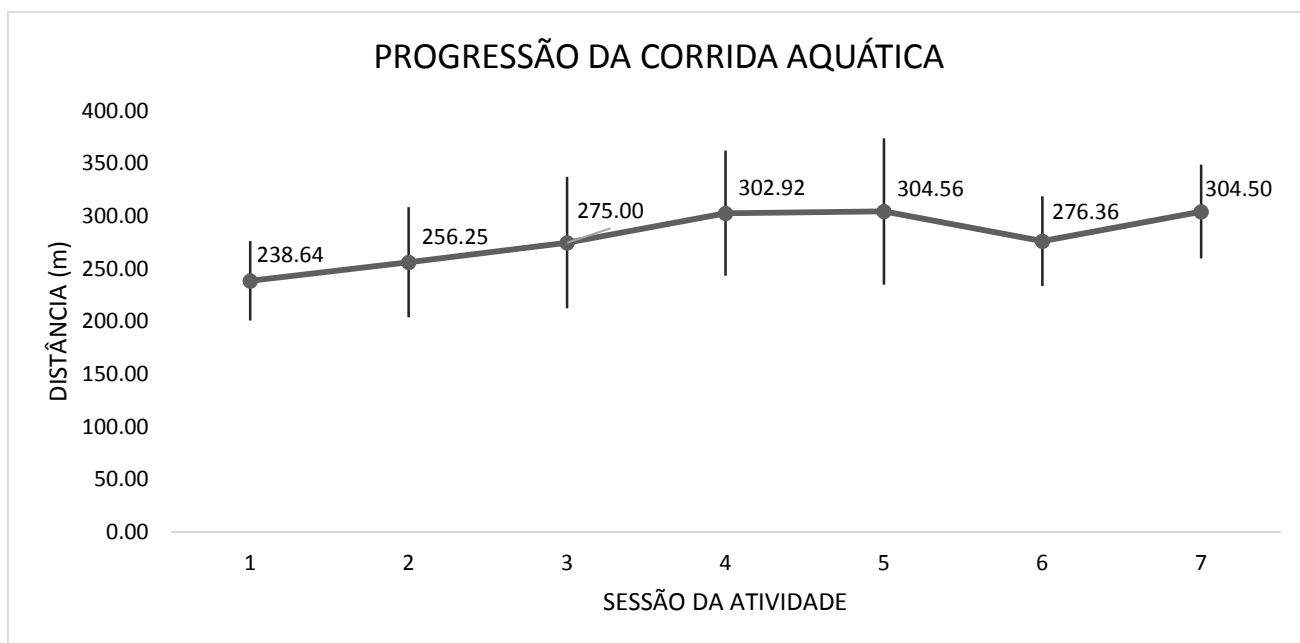


FIGURA 12 – REPRESENTAÇÃO DA PROGRESSÃO DA DISTÂNCIA PERCORRIDA NA ATIVIDADE DE CORRIDA AQUÁTICA.  
FONTE: O AUTOR (2016)

QUADRO 1 – PLANEJAMENTO DO PROGRAMA DE EXERCÍCIOS AQUÁTICOS

SEMANAS	EXERCÍCIOS DE FORÇA/ INTENSIDADE	SÉRIES/ REPETIÇÕES/ PAUSA	EXERCÍCIOS AERÓBIOS/ INTENSIDADE
1 – 4	<p>Flexão e extensão de joelhos; flexão e extensão de quadril; abdução e adução unilateral de quadril; abdução e adução horizontal de ombros; adução horizontal de ombros com extensão dos cotovelos (supino); extensão horizontal de ombros com flexão dos cotovelos (remada); flexão de tronco e quadril (abdominal).</p> <p>Realizados com apoio na borda da piscina e sem materiais resistivos</p> <p>INTENSIDADE: Leve a moderada (BORG 12- 13)</p>	<p>3 exercícios de membros inferiores; 2 exercícios de membros superiores; 1 exercício abdominal</p> <p>2 séries de 1 minuto;</p> <p>Pausa: 1 minuto</p> <p>Em velocidade alta;</p>	<p>20 minutos:</p> <p>Caminhadas com mudanças de direção e sentido; caminhadas com mudança de velocidade; corridas com mudanças de direção e sentido</p> <p>INTENSIDADE: Leve a moderada (BORG 12- 13)</p>
5 – 8	<p>Os mesmos da fase anterior; adicionalmente, flexão vertical de ombros com extensão de cotovelos; flexão e extensão de ombros com pronação e supinação das mãos; cross country.</p> <p>Realizados com apoio na borda da piscina e com materiais resistivos.</p> <p>INTENSIDADE: Um pouco intenso (BORG 13 - 15)</p>	<p>3 exercícios de membros inferiores; 2 exercícios de membros superiores; 1 exercício abdominal</p> <p>2 a 3 séries de 1 minuto;</p> <p>Pausa: 30s a 1 minuto</p> <p>Em velocidade alta;</p>	<p>25 minutos:</p> <p>Mesmos exercícios da fase anterior; adicionalmente, deslocamentos com materiais resistivos e deslocamentos em grupos</p> <p>INTENSIDADE: Um pouco intenso (BORG 13 - 15)</p>

9 – 12	<p>Os mesmos exercícios da fase anterior; adicionalmente, flexão e extensão de joelhos e quadril alternada; flexão e extensão de cotovelos</p> <p>Realizados sem apoio na borda da piscina e com material resistivo.</p> <p>INTENSIDADE: Intenso (BORG 14 – 16)</p>	<p>3 a 4 exercícios de membros inferiores; 2 exercícios de membros superiores; 1 exercício abdominal</p> <p>3 séries de 1 minuto;</p> <p>Pausa: 30 segundos</p> <p>Em velocidade máxima.</p>	<p>25 minutos:</p> <p>Mesmos exercícios da fase anterior; adicionalmente, deslocamentos em flutuação (bicicleta)</p> <p>INTENSIDADE: Intenso (BORG 14 – 16)</p>
13 – 16	<p>Os mesmos exercícios das fases anteriores</p> <p>Realizados sem apoio na borda da piscina ou em flutuação com material resistivo.</p> <p>INTENSIDADE: Muito Intenso (BORG 16 - 18)</p>	<p>4 exercícios de membros inferiores; 2 exercícios de membros superiores</p> <p>3 a 4 séries de 1 minuto Pausa: 30"</p> <p>Em velocidade máxima</p>	<p>25 minutos:</p> <p>Mesmos exercícios das fases anteriores; adicionalmente, jogos recreativos de deslocamento com bola (pólo aquático), e outros objetos</p> <p>INTENSIDADE: Muito Intenso (BORG 16 - 18)</p>

FONTE: O AUTOR (2016)

Os equipamentos utilizados para aumentar a resistência dos exercícios foram aquafins, aquatubos e hidroalteres (FIGURA 13).

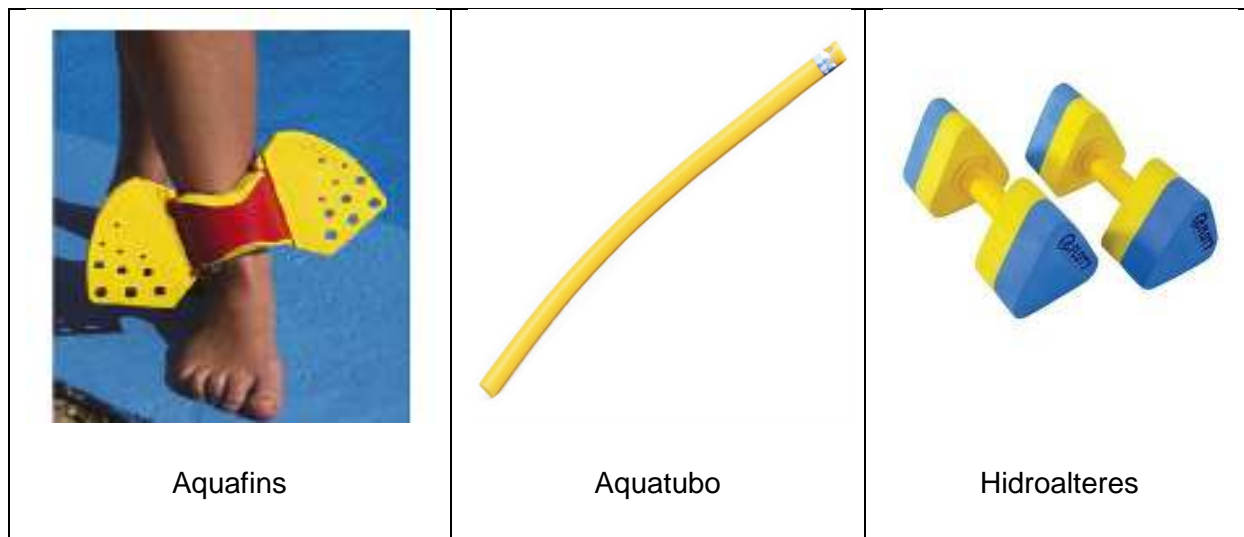


FIGURA 13 – EQUIPAMENTOS UTILIZADOS PARA AUMENTAR A RESISTÊNCIA DOS EXERCÍCIOS

NOTA: AQUAFINS: EQUIPAMENTO DE MATERIAL RÍGIDO (PLÁSTICO) FIXADO COM VELCROS ACIMA DO MALÉOLO MEDIAL, UTILIZADO PARA AUMENTAR A RESISTÊNCIA AO MOVIMENTO NA ÁGUA DURANTE OS EXERCÍCIOS LOCALIZADOS; AQUATUBO: FABRICADO EM *ETHAFOAM*, É UTILIZADO PARA EXERCÍCIOS QUE EXIJAM FLUTUAÇÃO OU PARA AUMENTAR A RESISTÊNCIA, SEU COMPRIMENTO É DE 1,65 M E SEU DIÂMETRO É DE 6,0 CM; HIDROALTERES: FABRICADO EM BORRACHA EVA, UTILIZADO PARA AUMENTAR A RESISTÊNCIA DURANTE OS EXERCÍCIOS LOCALIZADOS.

FONTE: INTERNET

O conjunto de exercícios de força para membros inferiores foi composto por exercícios específicos para o desenvolvimento de força dos músculos flexores e extensores dos joelhos e do quadril, adutores e abdutores do quadril. O conjunto de exercícios complementares foi composto por exercícios de fortalecimento dos músculos do abdômen e dos músculos dos membros superiores. Mais detalhes sobre os exercícios de força e suas variações são apresentados no Quadro 2 e imagens dos movimentos iniciais, intermediários e finais de cada exercício estão apresentadas no Apêndice 6.

**QUADRO 2 – DETALHAMENTO DOS EXERCÍCIOS DE FORÇA MUSCULAR DE MEMBROS INFERIORES E COMPLEMENTARES E SUAS VARIAÇÕES**

<b>EXERCÍCIO</b>	<b>VARIAÇÕES</b>
1. Extensão e flexão dos joelhos unilateral	Em pé com as costas apoiadas na parede sem material resistivo Em pé, apoiada na borda da piscina com ou sem aquafins Apoiada no aquatubo com aquafins
2. Flexão e extensão de quadril unilateral	Apoiada na borda sem material resistivo Apoiado no aquatubo sem material ou com aquafins
3. Abdução e adução do quadril unilateral	Unilateral apoiada na borda / na parede com ou sem aquafins Unilateral apoiada no aquatubo
4. Abdução e adução de quadril simultânea com os pés no chão	Apoiado na borda da piscina com ou sem aquafins Em deslocamento lateral com ou sem aquafins Saltando com ou sem aquafins
5. Abdução e adução de quadril simultânea com o quadril flexionado em flutuação	Realizado com ou sem aquafins
6. Cross Country: flexão e extensão alternada de ombros e quadril deslizando os pés no chão	Com os braços estendidos, realizando pronação e supinação das mãos para dar ênfase ao movimento de ombros
7. Flexão e extensão alternada de quadril e joelhos	Com apoio na borda da piscina Com apoio no aquatubo, em flutuação ou em deslocamento
8. Abdução e adução horizontal de ombros	Alterando a posição das mãos ou a velocidade de execução para dar ênfase à musculatura peitoral ou escapular Com a utilização de hidroalteres
9. Abdução e adução vertical de ombros	Alterando a velocidade de execução para dar ênfase ao deltóide ou à musculatura dorsal
10. Flexão e extensão de ombros com pronação e supinação das mãos	Com movimentos alternados dos membros inferiores Movimento simultâneo dos membros superiores
11. Adução horizontal de ombros com extensão de cotovelos (supino)/abdução horizontal de ombros com flexão de cotovelos (remada)	Com a utilização de hidroalteres Alterando a velocidade de execução dos movimentos para dar ênfase à musculatura peitoral ou dorsal Realizando o movimento de adução de ombros (empurrar) na vertical trabalhando a musculatura peitoral na fase concêntrica
12. Flexão de ombros com extensão de cotovelos	Com movimentos dos membros inferiores Com a utilização de hidroalteres
13. Extensão e flexão dos cotovelos com pronação e supinação das mãos	Com a utilização de materiais resistivos



14. Flexão e extensão de quadril bilateral com apoio na borda	Com movimentação alternada dos membros inferiores
15. Flexão e extensão de tronco e quadril em flutuação em decúbito dorsal	Sem variações

FONTE: O AUTOR (2016).

Durante todas as sessões de treino a execução dos movimentos foi priorizada e corrigida individualmente por três professores, um fora da água e dois dentro da piscina. A intensidade dos exercícios foi aumentada gradativamente, à medida que as participantes se adaptavam ao estímulo. O controle da intensidade foi realizado por meio da manipulação do grau de dificuldade dos exercícios e da resistência imposta pela água utilizando materiais resistivos e aumentando a velocidade de execução dos movimentos. Para o monitoramento da intensidade do exercício foi utilizada a escala de Percepção Subjetiva de Esforço de Borg (ANEXO 5) disposta em um painel ao lado da piscina, uma ferramenta útil no monitoramento da intensidade em programas de exercício no meio aquático (GRAEF; KRUEL, 2006). As voluntárias foram questionadas individualmente sobre o esforço percebido e este foi registrado.

Na fase inicial do programa (semanas 1 a 3) foi realizada uma familiarização com a escala de Borg, em que as idosas receberam as seguintes instruções verbais sobre a utilização desta: “Esta é uma escala de percepção do esforço relacionado ao exercício. Ela serve para medir o quanto a senhora está se sentindo cansada e o quão pesado ou difícil foi o exercício. A escala vai de 6 a 20 pontos, onde 6 significa que a senhora não está fazendo nenhum esforço, e 20 é provavelmente o maior esforço que a senhora já fez na vida, e não seria capaz de continuar se exercitando.” Para melhor compreensão da escala, as participantes foram orientadas a realizar os exercícios em três intensidades diferentes: “fácil”, “moderada” e “difícil”, e reportar na escala o esforço percebido em cada uma das intensidades realizadas. No momento em que o esforço percebido reportado pelas participantes era correspondente à intensidade

proposta, era realizado o processo inverso, em que era apontada na escala de Borg a intensidade desejada para o exercício.

Os exercícios de força muscular e aeróbios foram realizados com intensidade moderada a muito intensa com esforço percebido entre 12 a 18/19 na escala de Borg, de acordo com a progressão indicada no Quadro 1. A percepção do esforço foi registrada duas vezes durante os exercícios de força e duas vezes durante os exercícios aeróbios, sempre ao final de uma série de exercícios, com o objetivo de confirmar se a intensidade alvo proposta no planejamento foi atingida. Quando a intensidade reportada diferia da intensidade planejada as participantes foram estimuladas a realizar os exercícios de forma mais intensa, aumentando a velocidade de execução dos movimentos.

#### 4.5. TRATAMENTO ESTATÍSTICO

O teste de Shapiro-Wilk foi aplicado para verificar a normalidade dos dados. As variáveis que apresentaram distribuição normal (características antropométricas, sintomas, SPPB, LCC, velocidade da marcha 10 m e caminhada de 6 minutos) foram analisadas e comparadas (pré e pós) pelo teste *T de student* para amostras em pares. Para as variáveis discretas SF-36 e WOMAC, foi aplicado o teste não-paramétrico de Wilcoxon para amostras relacionadas. Os resultados do WOMAC foram reportados como mediana e intervalo interquartil.

Para verificar se havia assimetria entre os membros nas variáveis cuja avaliação é unilateral (marcha e função muscular), estes foram classificados em sintomáticos (SIN) e assintomáticos (ASN) com base no diagnóstico apresentado pelas participantes. Foi considerado SIN o membro mais acometido e ASN o menos acometido pela doença nos casos de OA bilateral. A comparação entre os membros foi realizada pelo teste *T de Student* para amostras em pares. O coeficiente de  $p < 0.05$  foi adotado para determinar a significância dos dados. Os testes foram realizados por meio do software IBM SPSS Statistics versão 20.

## 5. RESULTADOS

### 5.1. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Participaram do presente estudo doze mulheres com idade média de 66,67 anos, com diagnóstico radiográfico de OA bilateral ou unilateral. Todas as voluntárias realizaram as avaliações pré-controle (-4), pré-treino (0) e pós-treino (16). As características antropométricas das participantes serão apresentadas a seguir (TABELA 1). Não foram encontradas diferenças nas variáveis IMC, circunferência abdominal e massa corporal entre as avaliações do período controle (-4 a 0). Após o programa de exercícios aquáticos também não houve alterações (0 a 16).

TABELA 1 – IDADE E CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS DAS PARTICIPANTES NOS PERÍODOS (-4, 0 E 16 SEMANAS)

Variáveis	-4 (n = 12)	0 (n = 12)	16 (n = 12)	p -4 a 0	p 0 a 16
Idade (anos)	66,67 ± 3,65	66,67 ± 3,65	66,67 ± 3,65	-	-
Estatura (cm)	1,56 ± 0,07	1,56 ± 0,07	1,56 ± 0,07	-	-
Massa corporal (kg)	75,7 ± 14,74	76,45 ± 14,81	76,1 ± 14,63	0,55	0,24
Circunferência Abdominal (cm)	100,85 ± 12,35	102,7 ± 8,81	101,65 ± 11,32	0,37	0,45
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	30,81 ± 4,24	31,13 ± 4,35	34,14 ± 7,67	0,06	0,07

NOTA: IMC: ÍNDICE DE MASSA CORPORAL. OS VALORES SÃO MÉDIAS ± DP. DIFERENÇA SIGNIFICATIVA P<0,05\*.

As características das participantes quanto ao diagnóstico de OA, articulações acometidas e grau da doença estão apresentadas no Quadro 3. Das doze participantes, oito apresentaram diagnóstico de OA em ambos os joelhos e quatro apresentaram OA apenas em um dos joelhos. Para análise e comparação dos membros intra-sujeito nas variáveis da marcha e da função muscular, os membros foram agrupados com base nos sintomas da OA. Das oito

participantes com OA bilateral, quatro (50%) apresentaram a perna direita mais sintomática e quatro apresentaram a perna esquerda como mais sintomática. Do grupo com OA unilateral, 50% apresentou a perna direita sintomática e 50% apresentou a perna esquerda como sintomática. Todas as participantes reportaram a perna direita como dominante. Quanto à classificação do grau da OA, 50% do grupo apresentaram OA leve a moderada (graus I e II), uma voluntária apresentou grau III (OA moderada) e apenas uma apresentou grau IV (OA severa). Não foi possível obter a classificação do grau da OA de todas as participantes no laudo médico, embora o diagnóstico fosse confirmado. Estas estão indicadas com “Ni” (não informado) no quadro.

QUADRO 3 - CARACTERÍSTICAS DO GRUPO EXPERIMENTAL QUANTO AO DIAGNÓSTICO E GRAU DA OA

Participantes (Código)	Diagnóstico OA (BILAT/UNILAT)	Grau de OA* SIN	Membro mais sintomático	Membro dominante
S1	BILAT	IV	ESQ	DIR
S2	BILAT	Ni	ESQ	DIR
S3	BILAT	III	DIR	DIR
S4	BILAT	Ni	DIR	DIR
S5	BILAT	II	ESQ	DIR
S6	BILAT	I	DIR	DIR
S7	BILAT	II	DIR	DIR
S8	BILAT	II	ESQ	DIR
S9	UNILAT	Ni	ESQ	DIR
S10	UNILAT	I	DIR	DIR
S11	UNILAT	I	ESQ	DIR
S12	UNILAT	Ni	DIR	DIR
N= 12	BILAT = 8		DIR = 6	DIR = 12

NOTA: \*CLASSIFICAÇÃO DO GRAU DA OA DE ACORDO COM KELLGREEN & LAWRENCE (1957). S = SUJEITO; BILAT = BILATERAL; UNILAT = UNILATERAL; DIR = DIREITA; ESQ = ESQUERDA; OA = OSTEOARTRITE; I = DUVIDOSO; II = LEVE; III = MODERADO; IV = SEVERO; Ni = GRAU DE OA NÃO INFORMADO. FONTE: O AUTOR (2016)

As participantes foram classificadas quanto ao nível de atividade física antes do início do programa de exercícios. Metade da amostra foi classificada como muito ativa, 33% moderadamente ativa e 17% insuficientemente ativa. Não há participantes sedentárias (FIGURA 14).

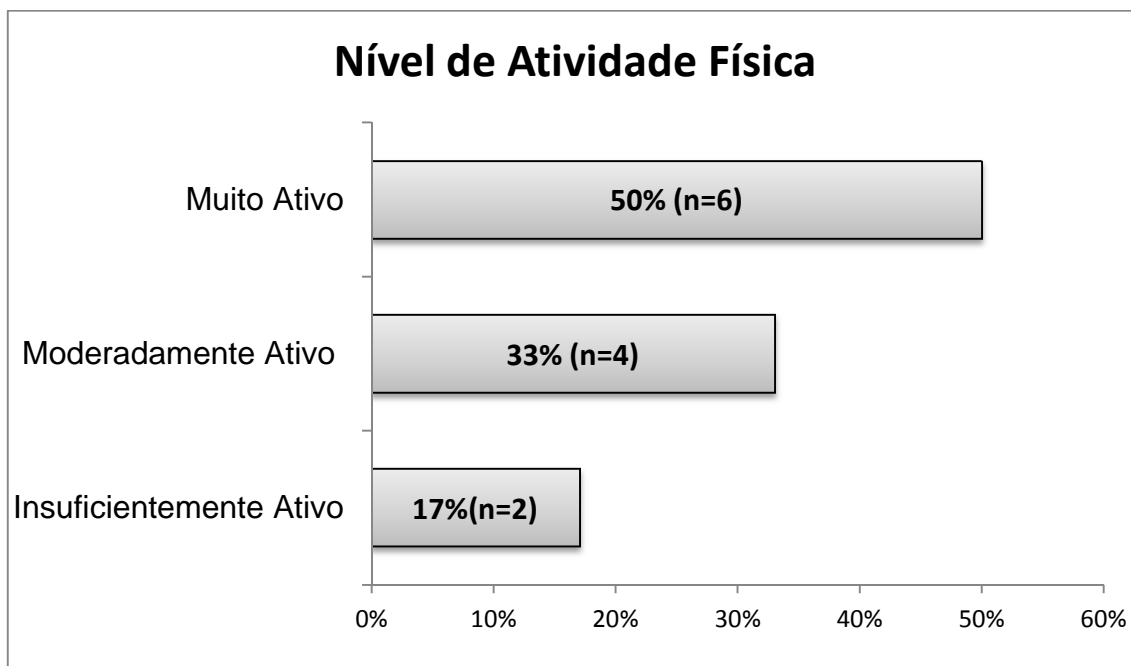


FIGURA 14 - NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA DAS PARTICIPANTES (IPAQ VERSÃO CURTA)  
FONTE: O AUTOR (2016)

Nas avaliações iniciais (-4 e 0) o escore da dor percebida na EVA se manteve abaixo do valor limite para a realização da sessão de testes (5 pontos). Na avaliação pós-treino duas participantes tiveram a sessão de testes adiada em decorrência da dor nos joelhos (acima de 6 pontos na escala). A dor antes da realização dos testes não apresentou alterações durante o período de controle. Entretanto, após a intervenção observou-se redução da dor relatada em 73,7% no joelho direito ( $p= 0,005$ ) e 84,2% no esquerdo ( $p= 0,007$ ) (FIGURA 15).

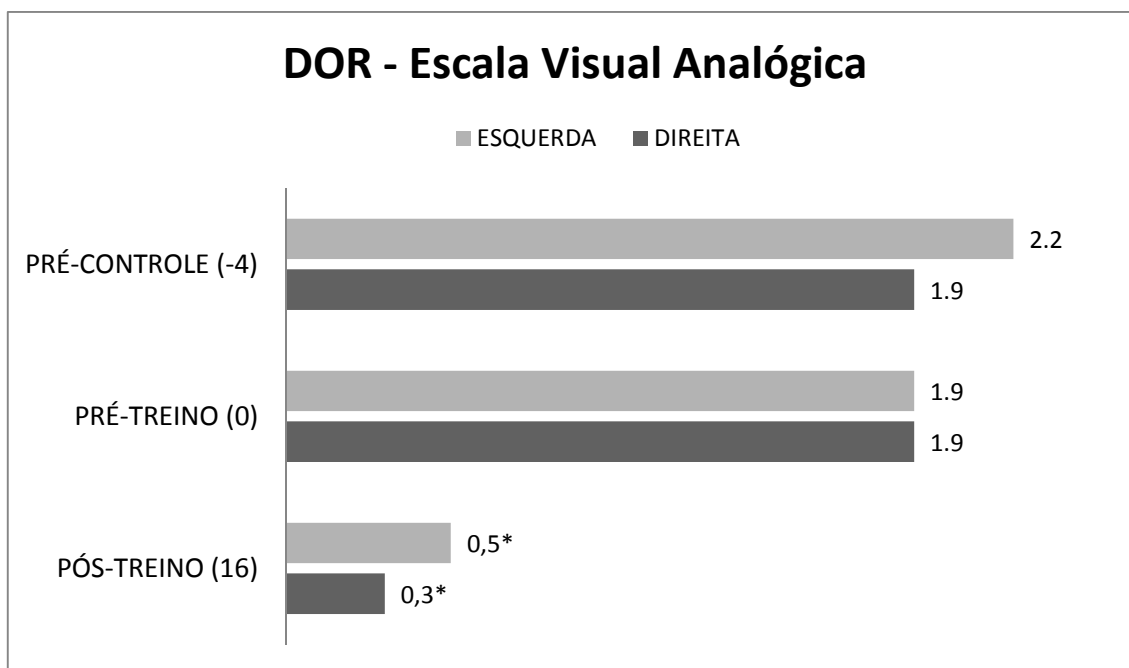


FIGURA 15 - CONTROLE DA PERCEPÇÃO DE DOR ANTES DOS TESTES NOS PERÍODOS -4, 0 E 16 SEMANAS (EVA)

NOTA: \*NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA  $P < 0,05$ . FONTE: O AUTOR (2016)

## 5.2. MARCHA

Na análise das variáveis espaciais e temporais da marcha (cadência, tempo da passada, comprimento do passo, velocidade, e tempo de apoio), foram observados apenas no período de controle, aumentos de 5,54% e 8,95% na cadência nos membros SIN e ASN respectivamente, e aumento de 8,33% no membro SIN e 13,82% no membro ASN na velocidade da marcha. Houve também diminuição do tempo da passada no mesmo período (-4 a 0) (5,35% para o membro SIN e 7,96% para o membro ASN). O comprimento da passada e o tempo de apoio unipodal apresentaram redução de 4,76% e 2,17% respectivamente somente para o membro assintomático no período de controle. Não foram observadas alterações nas variáveis temporais em ambos os membros após o programa de exercícios (0 a 16). As variáveis estão apresentadas na Tabela 2.

TABELA 2 – MÉDIA E DESVIO PADRÃO DAS VARIÁVEIS ESPACIAIS E TEMPORAIS DA MARCHA DOS MEMBROS SINTOMÁTICO E ASSINTOMÁTICO NOS PERÍODOS DE CONTROLE (-4), PRÉ-TREINO (0) E PÓS-TREINO (16)

VARIÁVEIS ESPACIAIS E TEMPORAIS DA MARCHA	SIN			p SIN		ASN			p ASN	
	-4	0	16	4 a 0	0 a 16	-4	0	16	-4 a 0	0 a 16
Cadência (passos/min)	107,67 ± 8,66	113,64 ± 8,21	114,02 ± 3,75	0,002*	0,884	106,46 ± 6,67	115,99 ± 7,71	114,94 ± 4,87	0,002*	0,666
Velocidade (m/s)	0,96 ± 0,14	1,04 ± 0,13	1,05 ± 0,12	0,004*	0,656	0,94 ± 0,1	1,07 ± 0,13	1,06 ± 0,12	0,005*	0,935
Tempo da passada (s)	1,12 ± 0,08	1,06 ± 0,07	1,05 ± 0,03	0,001*	0,755	1,13 ± 0,06	1,04 ± 0,06	1,04 ± 0,04	0,001*	0,776
Comprimento da passada (m)	1,06 ± 0,09	1,09 ± 0,1	1,11 ± 0,1	0,066	0,457	1,05 ± 0,06	1,1 ± 0,09	1,11 ± 0,1	0,04*	0,693
Tempo de apoio (%)	64,56 ± 1,82	64,08 ± 2,32	63,39 ± 1,77	0,28	0,164	65,32 ± 1,92	63,9 ± 2,1	63,95 ± 2,58	0,003*	0,911

NOTA: OS VALORES SÃO: MÉDIA ± DP. \*NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA  $P < 0,05$ .

LEGENDA: SIN = PERNA MAIS SINTOMÁTICA; ASN = PERNA ASSINTOMÁTICA; MIN = MINUTO; M = METRO; S = SEGUNDO; % = PERCENTUAL DO CICLO DA MARCHA.

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados na análise cinética da marcha e da comparação entre os membros sintomático e assintomático, que identificou o comportamento da força de reação do solo vertical (FRS) durante a fase de apoio unipodal. Foram observadas alterações nestas variáveis apenas no período de controle (-4 a 0). Houve diminuição de 7,27% do impulso total no membro SIN e de 8,9% no membro ASN ( $p = 0,000$ ), porém, o impulso de frenagem ( $p = 0,011$ ) e de propulsão ( $p = 0,004$ ) apresentaram redução de 10,7% e 7,14% respectivamente apenas no membro assintomático. A taxa de aceitação do peso teve aumento de 15,65% para o membro SIN e 35,85% para o membro ASN também no período de controle ( $p = 0,022$  e  $0,015$ ). Os picos de frenagem e de propulsão não sofreram alterações significativas nos períodos analisados. Não foram encontradas diferenças significativas na comparação entre os membros sintomático (SIN) e assintomático (ASN) para as variáveis da FRS nas três avaliações, pré-controle (-4), pré-treino (0) e pós-treino (16) (TABELA 3).



TABELA 3 – MÉDIA E DESVIO PADRÃO DAS VARIÁVEIS CINÉTICAS DA FRS VERTICAL DA MARCHA DOS MEMBROS SINTOMÁTICO E ASSINTOMÁTICO NOS PERÍODOS DE CONTROLE (-4), PRÉ-TREINO (0) E PÓS-TREINO (16) E COMPARAÇÃO ENTRE OS MEMBROS SIN E ASN

VARIÁVEIS DA FRS	SIN			p		ASN			p		SIN x ASN		
	-4	0	16	-4 a 0	0 a 16	-4	0	16	-4 a 0	0 a 16	p (-4)	p (0)	p (16)
Pico de Frenagem (PC)	0,98 ± 0,03	0,98 ± 0,05	1,0 ± 0,03	0,802	0,167	1,0 ± 0,06	1,0 ± 0,06	1,02 ± 0,06	1	0,390	0,532	0,494	0,344
Pico de Propulsão (PC)	1,01 ± 0,05	1,0 ± 0,04	1,01 ± 0,05	0,653	0,767	1,01 ± 0,04	1,02 ± 0,05	1,02 ± 0,05	0,423	0,633	0,821	0,436	0,394
Impulso Total (N.s)	0,55 ± 0,04	0,51 ± 0,03	0,51 ± 0,01	0,000*	0,819	0,56 ± 0,03	0,51 ± 0,03	0,52 ± 0,02	0,000*	0,388	0,353	0,815	0,419
Impulso de Frenagem (N.s)	0,27 ± 0,05	0,25 ± 0,03	0,25 ± 0,04	0,162	0,682	0,28 ± 0,03	0,25 ± 0,03	0,25 ± 0,03	0,011*	0,693	0,816	0,812	0,877
Impulso de Propulsão (N.s)	0,27 ± 0,03	0,26 ± 0,03	0,25 ± 0,03	0,201	0,581	0,28 ± 0,03	0,26 ± 0,02	0,26 ± 0,02	0,004*	0,416	0,452	0,720	0,650
Taxa de Aceitação do Peso (PC/s)	5,11 ± 1,6	5,91 ± 1,08	5,77 ± 1,2	0,022*	0,580	5,3 ± 1,7	7,2 ± 2	6,7 ± 1,4	0,015*	0,450	0,769	0,07	0,107

NOTA: OS VALORES SÃO: MÉDIA ±DP. \*NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA  $P < 0,05$ .

LEGENDA: FRS = FORÇA DE REAÇÃO DO SOLO; SIN = PERNA MAIS SINTOMÁTICA; ASN = PERNA ASSINTOMÁTICA; PC = PESO CORPORAL; PC/S = PESO CORPORAL POR SEGUNDO.

### 5.3. EQUILÍBRIO

As variáveis referentes à posição do Centro de Pressão (CP) obtidas por meio do teste de equilíbrio estático nas condições bipodal com olhos abertos e olhos fechados estão apresentadas na Tabela 4. Foram observadas alterações apenas no período de controle (-4 a 0). Houve aumento de 9,8% na velocidade total de deslocamento do CP ( $p= 0,001$ ) e de 15,9% na velocidade de deslocamento no sentido ântero-posterior ( $p= 0,000$ ) na condição bipodal de olhos abertos. Não houve mudanças significativas nas variáveis do CP após o programa de exercícios aquáticos.

TABELA 4 - MÉDIA E DESVIO PADRÃO DAS VARIÁVEIS DO EQUILÍBRIO ESTÁTICO NAS CONDIÇÕES DE OLHOS ABERTOS E FECHADOS NOS PERÍODOS PRÉ-CONTROLE (-4), PRÉ-TREINO (0) E PÓS-TREINO (16).

CONDIÇÃO	VARIÁVEIS	-4	0	16	p -4 a 0	p 0 a 16
<b>Bipodal Olhos Abertos</b>	Comp CP (cm)	140,72 ± 47,15	120,16 ± 30,09	134,34 ± 45,03	0,156	0,332
	Amp Ap (cm)	0,03 ± 0,01	0,03 ± 0,006	0,03 ± 0,01	0,403	0,687
	Amp MI (cm)	0,02 ± 0,006	0,03 ± 0,007	0,03 ± 0,008	0,072	0,787
	VM Ap (cm/s)	1,63 ± 0,29	1,89 ± 0,31	1,88 ± 0,41	0,000*	0,857
	VM MI (cm/s)	1,63 ± 0,24	1,7 ± 0,2	1,77 ± 0,25	0,237	0,233
	VMT (cm/s)	2,64 ± 0,39	2,9 ± 0,35	2,94 ± 0,47	0,001*	0,707
<b>Bipodal Olhos Fechados</b>	Comp CP (cm)	136,02 ± 52,85	122,93 ± 0,42	117,69 ± 46,18	0,348	0,697
	Amp Ap (cm)	0,24 ± 0,68	0,04 ± 0,02	0,04 ± 0,01	0,108	0,875
	Amp MI (cm)	0,31 ± 0,95	0,04 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,755	0,507
	VM Ap (cm/s)	4,82 ± 8,27	2,61 ± 1,04	2,66 ± 1,01	0,062	0,814
	VM MI (cm/s)	5,3 ± 10,37	2,28 ± 0,88	2,31 ± 0,77	0,859	0,695
	VMT(cm/s)	7,64 ± 13,39	3,91 ± 1,47	3,85 ± 1,48	0,05	0,638

NOTA: OS VALORES SÃO MÉDIA ± DP. NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA  $P < 0,05^*$

LEGENDA: COMP CP = COMPRIMENTO TOTAL DO DESLOCAMENTO DO CENTRO DE PRESSÃO; AMP AP = AMPLITUDE DE DESLOCAMENTO DO CP NO SENTIDO ANTERO-POSTERIOR; AMP ML = AMPLITUDE DE DESLOCAMENTO DO CP NO SENTIDO MÉDIO-LATERAL; VM AP = VELOCIDADE MÉDIA DO CP NO SENTIDO ANTERO-POSTERIOR; VM ML = VELOCIDADE MÉDIA DO CP NO SENTIDO MÉDIO-LATERAL; VMT = VELOCIDADE MÉDIA TOTAL.

#### 5.4. FUNÇÃO MUSCULAR

A partir da análise do teste de força isocinético foram obtidos o pico de torque (PT), o pico de torque normalizado pela massa corporal (PT/MC) a potência média (POT), o trabalho total (TT), trabalho total normalizado pela massa corporal (TT/MC) e a razão agonista/antagonista (RZ) dos músculos extensores e flexores de ambos os joelhos nas velocidades angulares de 60°/s e 180°/s.

As variáveis obtidas na velocidade angular de 60°/s serão apresentadas na Tabela 5. Não foram observadas alterações no período de controle. Após o programa de exercícios houve aumento de 16,8% no PT e 15,9% no PT/MC para a flexão do joelho do membro sintomático, aumento na POT dos músculos extensores do joelho em 15,6% no membro SIN e 10,7% no membro ASN; e aumento de 26,8% na POT de flexão do joelho do membro assintomático. Adicionalmente, foi observado aumento no TT dos flexores do joelho em ambos os membros (24,1% no membro SIN e 68,6% no ASN), porém, quando normalizado pela massa corporal (TT/MC), ocorreu aumento apenas no membro sintomático para extensão (15,9%) e em ambos para flexão (22,4% no membro SIN e 21,3% no ASN). A razão agonista/antagonista não sofreu alterações no período controle e após a intervenção.

TABELA 5 – MÉDIA E DESVIO PADRÃO DAS VARIÁVEIS ISOCINÉTICAS PARA OS MÚSCULOS EXTENSORES E FLEXORES DO JOELHO NA VELOCIDADE ANGULAR DE 60°/S NOS PERÍODOS DE CONTROLE (-4), PRÉ-TREINO (0) E PÓS-TREINO (16) E COMPARAÇÃO ENTRE OS MEMBROS SIN E ASN.

VARIÁVEIS ISOCINÉTICAS	SIN			P		ASN			P		SIN x ASN		
	-4	0	16	-4 a 0	0 a 16	-4	0	16	-4 a 0	0 a 16	p (-4)	p (0)	p (16)
PTEXT (N)	72,61 ± 21,17	72,09 ± 25,16	77,55 ± 26,19	0,88	0,271	83,27 ± 16,74	84,48 ± 20,51	90,58 ± 21,85	0,526	0,053	0,185	0,2	0,199
PTFLX (N)	45,15 ± 17,81	39,08 ± 12,81	45,65 ± 11,73	0,094	0,002*	40,82 ± 9,21	45,91 ± 19,45	54,1 ± 24,31	0,272	0,263	0,466	0,321	0,29
PTEXT/MC (%MC)	98,35 ± 32,1	96,76 ± 35,29	104,51 ± 37,11	0,704	0,264	111,42 ± 20,76	111,93 ± 24,26	119,91 ± 22,03	0,815	0,073	0,249	0,233	0,23
PTFLX/MC (%MC)	60,74 ± 25,44	52,6 ± 19,52	61,01 ± 16,08	0,12	0,002*	55,15 ± 14,49	62,21 ± 32,31	69,88 ± 20,35	0,334	0,349	0,515	0,387	0,249
TTEXT (J)	182,46 ± 68,22	203,42 ± 58,59	238,37 ± 80,2	0,351	0,053	193,92 ± 42,71	195,57 ± 40,79	227,4 ± 44,5	0,998	0,188	0,008*	0,048*	0,321
TTFLX (J)	139,77 ± 53,41	126,35 ± 42,7	156,8 ± 47,83	0,242	0,005*	99,84 ± 41,02	104,53 ± 33,69	176,29 ± 44,55	0,639	0,017*	0,912	0,391	0,313
TTEXT/MC (%MC)	243,21 ± 79,57	277,73 ± 105,73	322,02 ± 113,78	0,259	0,046*	337,29 ± 62,25	333,03 ± 64,58	354,95 ± 62,42	0,719	0,13	0,004*	0,136	0,389
TTFLX/MC (%MC)	186,88 ± 73,61	171,61 ± 69,47	210,11 ± 67,87	0,344	0,004*	187,2 ± 54,93	192,62 ± 75,25	233,63 ± 49,76	0,691	0,01*	0,99	0,485	0,344
POTEXT (W)	43,95 ± 11,82	43,94 ± 13,25	50,82 ± 17,05	0,996	0,034*	52,09 ± 9,58	51,59 ± 10,97	57,42 ± 12,63	0,783	0,009*	0,077	0,138	0,293
POTFLX (W)	26,44 ± 8,81	28,89 ± 19,76	30,2 ± 8,79	0,616	0,778	25,46 ± 6,41	25,52 ± 7,69	32,37 ± 7,43	0,969	0,000*	0,760	0,588	0,521
Razão Agonista/ antagonista (%)	64,84 ± 24,24	56,48 ± 14,44	63,32 ± 20,21	0,235	0,127	49,21 ± 8,44	53,7 ± 17,53	57,73 ± 11,56	0,345	0,477	-	-	-

NOTA: OS VALORES SÃO: MÉDIA ±DP. \*NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA P<0,05.

LEGENDA: SIN = MEMBRO SINTOMÁTICO; ASN = MEMBRO ASSINTOMÁTICO; EXT = EXTENSÃO; FLX = FLEXÃO; PT = PICO DE TORQUE; TT = TRABALHO TOTAL; POT = POTÊNCIA MÉDIA; N = NEWTONS; %MC = PERCENTUAL DA MASSA CORPORAL; J = JOULES; W = WATTS; % = PERCENTUAL

Nos testes realizados na velocidade angular de 180°/s não ocorreram alterações significativas nas variáveis no período de controle (TABELA 6). Após o programa de exercícios aquáticos observou-se aumento no PT dos extensores do joelho em 11% no membro SIN e 11,3% no ASN. Quando normalizado pela massa corporal, o PT dos extensores do joelho apresentou aumento de 11,6% no membro SIN e 10,5% no ASN. Para os músculos flexores do joelho foi observado aumento no PT em 10,9% e no PT/MC em 11,2% apenas no membro sintomático. O trabalho total também apresentou aumento em ambos os membros para os músculos extensores e flexores do joelho, sendo: 16% no TTEXT do membro SIN e 16,2% no ASN; 16,6% no TTEXT normalizado pela massa corporal no membro SIN e 15,1% no ASN; 37,5% no TTFLX do membro SIN e 23,6% no membro ASN; e quando normalizado pela massa corporal houve aumento de 37,2% no membro SIN e 22,8% no ASN. Adicionalmente, foi observado aumento de 16,2% na POT de extensão do membro SIN e 18,6% no membro ASN; aumento de 40,7% na POT de flexão do membro SIN e de 22,9% no membro ASN. Não foram observadas alterações significativas na razão agonista/antagonista em ambas as pernas no período controle e pós-treino.

TABELA 6 – MÉDIA E DESVIO PADRÃO DAS VARIÁVEIS ISOCINÉTICAS PARA OS MÚSCULOS EXTENSORES E FLEXORES DO JOELHO NA VELOCIDADE ANGULAR DE 180°/S NOS PERÍODOS DE CONTROLE (-4), PRÉ-TREINO (0) E PÓS-TREINO (16) E COMPARAÇÃO ENTRE OS MEMBROS SIN E ASN.

VARIÁVEIS ISOCINÉTICAS	SIN			P		ASN			P		SIN x ASN		
	-4	0	16	-4 a 0	0 a 16	-4	0	16	-4 a 0	0 a 16	p (-4)	p (0)	p (16)
PTEXT (N)	49,21 ± 11,52	50,4 ± 13,19	55,95 ± 13,95	0,358	0,05*	55,81 ± 13,64	57,35 ± 9,57	63,87 ± 15,11	0,483	0,025*	0,213	0,154	0,193
PTFLX (N)	33,31 ± 12,61	31,4 ± 9,2	36,12 ± 11,67	0,517	0,135	31,21 ± 9,26	33,3 ± 10,21	36,93 ± 10,16	0,183	0,013*	0,647	0,637	0,858
PTEXT/MC (%MC)	66,62 ± 17,45	67,63 ± 19,29	75,47 ± 21,15	0,546	0,026*	74,58 ± 15,18	76,7 ± 15,74	84,76 ± 15,84	0,382	0,025*	0,246	0,22	0,236
PTFLX/MC (%MC)	43,98 ± 14,27	42,47 ± 14,77	48,19 ± 14,88	0,697	0,113	42,11 ± 13,16	44,16 ± 13,2	49,13 ± 12,14	0,342	0,015*	0,742	0,771	0,867
TTEXT (J)	169,85 ± 45,63	170,27 ± 50,9	197,52 ± 54,61	0,913	0,026*	193,92 ± 42,71	195,57 ± 40,79	227,40 ± 44,99	0,851	0,014*	0,196	0,193	0,158
TTFLX (J)	107,6 ± 46,04	92,65 ± 42,29	127,38 ± 44,32	0,052	0,004*	99,84 ± 41,02	104,53 ± 33,69	129,25 ± 35,92	0,514	0,000*	0,667	0,455	0,910
TTEXT/MC (%MC)	229,66 ± 66,6	227,8 ± 70,98	265,74 ± 77,69	0,688	0,014*	260,83 ± 59,79	262,41 ± 65,97	302,09 ± 45,21	0,893	0,018*	0,240	0,229	0,175
TTFLX/MC (%MC)	143,88 ± 59,06	124,59 ± 61,59	170,9 ± 60,65	0,051	0,004*	136,11 ± 60,86	141,67 ± 54,34	173,97 ± 49,59	0,561	0,000*	0,754	0,479	0,893
POTEXT (W)	82,95 ± 25,53	86,66 ± 27,61	100,72 ± 31,83	0,11	0,01*	96,06 ± 22,68	97,92 ± 22,24	116,16 ± 26,6	0,638	0,029*	0,197	0,283	0,211
POTFLX (W)	48,79 ± 22,98	42,6 ± 19,06	59,96 ± 21,38	0,092	0,009*	44,59 ± 18,14	48,31 ± 16,73	59,41 ± 17,04	0,189	0,000*	0,624	0,444	0,945
Razão Agonista/ antagonista (%)	64,06 ± 14,24	62,51 ± 12,85	64,28 ± 14,35	0,661	0,731	54,16 ± 8,32	56,82 ± 10,62	58,05 ± 11,17	0,375	0,548	-	-	-

NOTA: OS VALORES SÃO: MÉDIA ±DP. \*NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA P<0,05.

LEGENDA: SIN = MEMBRO SINTOMÁTICO; ASN = MEMBRO ASSINTOMÁTICO; EXT = EXTENSÃO; FLX = FLEXÃO; PT = PICO DE TORQUE; TT = TRABALHO TOTAL; POT = POTÊNCIA MÉDIA; N = NEWTONS; %MC = PERCENTUAL DA MASSA CORPORAL; J = JOULES; W = WATTS; % = PERCENTUAL

Para verificar assimetria entre os membros foi realizada comparação entre os membros sintomático (SIN) e assintomático (ASN) para as variáveis do teste isocinético a 60 (TABELA 5) e 180°/s (TABELA 6) em cada período de avaliação (-4, 0 e 16). Foi constatada assimetria entre os membros apenas no Trabalho Total dos extensores do joelho na velocidade angular de 60°/s nas avaliações pré-controle (-4) e pré-treino (0); e no Trabalho Total normalizado pela massa corporal na mesma velocidade angular na avaliação pré-controle (-4) (TABELA 5).

O membro assintomático apresentou maior Trabalho Total em comparação ao sintomático nos músculos extensores do joelho a 60°/s na avaliação pré-controle ( $193,92 \pm 42,71\text{J}$  e  $182,46 \pm 68,22\text{J}$  respectivamente). Na avaliação pré-treino o membro sintomático apresentou maior Trabalho Total que o assintomático na mesma velocidade angular nos músculos extensores do joelho ( $203,42 \pm 58,5$  e  $195,57 \pm 40,7$  respectivamente). Para o trabalho total normalizado pela massa corporal observa-se assimetria apenas na avaliação inicial (-4), em que o membro assintomático realizou maior percentual da massa corporal em Trabalho (J) que o sintomático ( $337,29 \pm 62,2$  e  $243,21 \pm 79,5$  respectivamente). Após o programa de exercícios não foram identificadas diferenças entre os membros no Trabalho Total e no Trabalho Total normalizado pela massa corporal a 60°/s.

Não foram encontradas diferenças entre os membros SIN e ASN para as demais variáveis da avaliação isocinética nas velocidades angulares de 60°/s e 180°/s.



### 5.5. FUNCIONALIDADE E QUALIDADE DE VIDA

Os resultados dos testes funcionais (escore total da bateria *Short Physical Performance Battery*, velocidade da marcha em 4 metros, levantar e sentar da cadeira - LSC, levantar e caminhar cronometrado - LCC, Teste de Caminhada de 6 minutos e Teste de Caminhada de 10 metros) serão apresentados na Tabela 7. Não foram encontradas diferenças entre os resultados no período de controle (-4 a 0). Após a intervenção foi observada redução de 10,1% no tempo de execução do teste de levantar e sentar da cadeira ( $p=0,032$ ), indicando melhora na potência dos membros inferiores. No teste de levantar e caminhar cronometrado (LCC), houve diminuição de 9,2% no tempo de execução ( $p=0,006$ ), que indica melhora na agilidade e equilíbrio dinâmico. O aumento de 13,2% na distância percorrida no Teste de Caminhada de 6 minutos ( $p=0,001$ ) após a intervenção está relacionado à melhora da capacidade aeróbia. Porém, nos testes de velocidade usual e máxima da marcha não foram encontradas diferenças após o programa de exercícios.

TABELA 7 – COMPARAÇÃO DO DESEMPENHO FÍSICO DAS PARTICIPANTES NA BATERIA DE TESTES FUNCIONAIS NAS AVALIAÇÕES PRÉ-CONTROLE (-4), PRÉ-TREINO (0) E PÓS-TREINO (16)

TESTES FUNCIONAIS	-4 (n = 12)	0 (n = 12)	16 (n = 12)	p -4 a 0	p 0 a 16
**SPPB (escore total)	11,5 (10-12)	11,5 (11-12)	12 (12-12)	0,453	0,034*
Velocidade Marcha (m/s)	1,06 ± 0,23	1,03 ± 0,1	1,08 ± 0,16	0,594	0,111
LSC (s)	11,16 ± 2,49	10,36 ± 1,85	9,31 ± 1,49	0,147	0,032*
LCC (s)	7,53 ± 1,3	7,65 ± 1,1	6,94 ± 1,1	0,553	0,006*
TC 10m (m/s)	1,23 ± 0,1	1,23 ± 0,1	1,18 ± 0,1	0,818	0,372
TC 6 (m)	440,4 ± 52,9	422,7 ± 65,3	478,2 ± 62,2	0,150	0,001*
NOTA: OS VALORES SÃO APRESENTADOS COMO MÉDIAS ± DP. **VALORES APRESENTADOS COMO MEDIANA (INTERVALO INTERQUARTIL)					
LEGENDA: LSC – TESTE DE LEVANTAR E SENTAR DA CADEIRA; SPPB – SHORT PHYSICAL PERFORMANCE BATTERY; LCC – TESTE DE LEVANTAR E CAMINHAR CRONOMETRADO; TC 10M – TESTE DE CAMINHADA DE 10M; TC 6 – TESTE DE CAMINHADA DE 6 MINUTOS.					
*NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA P<0,05.					

No questionário de qualidade de vida (SF-36) não houve diferenças significativas durante o período de controle. Após as 16 semanas de exercícios aquáticos foi observada melhora nos domínios capacidade funcional ( $p=0,049$ ) e vitalidade ( $p=0,031$ ). Adicionalmente, houve percepção mais positiva do componente Físico após o programa de exercícios, reflexo da melhora na capacidade funcional. Nos outros 7 domínios e no Escore do componente Mental não foram encontradas diferenças em nenhum dos períodos (controle e treinamento) (TABELA 8).

TABELA 8 – COMPARAÇÃO DOS ESCORES DO QUESTIONÁRIO SF-36 NAS AVALIAÇÕES PRÉ-CONTROLE (-4), PRÉ-TREINO (0) E PÓS-TREINO (16)

<b>DOMÍNIOS (0-100 pontos)</b>	<b>-4 (n = 12)</b>	<b>0 (n = 12)</b>	<b>16 (n = 12)</b>	<b>p -4 a 0</b>	<b>p 0 a 16</b>
Capacidade Funcional	50,83 ± 18,56	51,66 ± 20,15	62,91 ± 18,76*	0,964	0,049*
Limitação por aspectos físicos	45,83 ± 29,83	47,91 ± 37,62	72,91 ± 32,78	1	0,065
Dor	50,08 ± 17,85	43,66 ± 17,24	47,83 ± 15,28	0,259	0,432
Estado geral de saúde	70,66 ± 23,41	72,16 ± 24,54	78,08 ± 14,96	0,655	0,397
Vitalidade	47,5 ± 14,84	55,41 ± 23,78	62,5 ± 24,44	0,121	0,031*
Aspectos sociais	70,83 ± 18,71	71,87 ± 23,91	72,91 ± 19,82	0,851	0,773
Aspectos emocionais	50,0 ± 33,33	61,11 ± 44,57	66,66 ± 44,94	0,157	0,68
Saúde Mental	70,66 ± 22,32	71,66 ± 26,17	76,66 ± 24,11	0,837	0,284
Escore Físico	54,35 ± 15,43	53,85 ± 20,78	65,43 ± 16,1	0,814	0,034*
Escore Mental	59,75 ± 17,54	65,01 ± 26,7	69,68 ± 23,8	0,209	0,158

NOTA: OS DADOS SÃO MÉDIA ± DP.  
\*NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA P<0,05

Não foram encontradas alterações no período de controle nos três domínios do questionário WOMAC, porém, após as 16 semanas de exercícios as participantes relataram redução na dor ( $p= 0,009$ ), na rigidez articular ( $p= 0,004$ ) e melhora da funcionalidade ( $p= 0,01$ ). Adicionalmente, houve diminuição significativa no escore total ( $p= 0,005$ ) do instrumento, o que indica redução do impacto dos sintomas da OA na qualidade de vida (TABELA 9).

TABELA 9 – COMPARAÇÃO DOS ESCORES DOS DOMÍNIOS E ESCORE TOTAL DO QUESTIONÁRIO WOMAC NAS AVALIAÇÕES PRÉ-CONTROLE (-4), PRÉ-TREINO (0) E PÓS-TREINO (16)

<b>DOMÍNIOS</b>	<b>-4 (n = 12)</b>	<b>0 (n = 12)</b>	<b>16 (n = 12)</b>	<b>p -4 a 0</b>	<b>p 0 a 16</b>
Dor (0-20)	10,5 (7-11)	9 (6-10,75)	3 (2-8,75)	0,478	0,009*
Rigidez (0-8)	4 (2,25-5)	3,5 (2-5)	2 (0-3,75)	0,522	0,004*
Funcionalidade (0-68)	26,5 (21-30,5)	26 (15,5-34)	11 (7,5-27)	0,505	0,01*
Escore Total (0-92)	39,5 (30,5-44,5)	38 (28,75-50)	16,5 (9,5-36,25)	0,556	0,005*
NOTA: OS VALORES SÃO: MEDIANA (INTERVALO INTERQUARTIL)					
*SIGNIFICÂNCIA: P<0,05					

## 6. DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi verificar o efeito de um programa de exercícios aquáticos no equilíbrio, na função muscular, na marcha, na funcionalidade e na qualidade de vida de idosas com Osteoartrite de Joelho. Adicionalmente, verificar se havia assimetria entre os membros mais acometido e menos acometido pela doença nos casos de OA bilateral, e entre o membro acometido e o membro assintomático nos casos de OA unilateral para algumas variáveis (torque e cinética da marcha). Sendo confirmada a assimetria, verificar se o programa de exercícios físicos seria capaz de diminuir ou anular as diferenças entre os membros.

O programa de exercícios aquáticos combinou o uso de equipamentos resistivos, exercícios executados em alta velocidade e exercícios de caminhada e corrida aquática com objetivo de fortalecer a musculatura dos membros inferiores e melhorar o condicionamento aeróbio das participantes. Os principais resultados encontrados após o programa de exercícios foram melhora na função muscular, na funcionalidade, redução da dor na articulação dos joelhos e melhora da qualidade de vida.

### 6.1. MARCHA

As alterações mecânicas e fisiológicas decorrentes da OA podem causar modificações nos padrões cinéticos e cinemáticos da marcha (KAUFMAN et al., 2001). Ocorre redução na velocidade da marcha como uma estratégia de proteção para reduzir a carga na articulação afetada no momento em que o pé toca o solo (ZENI; HIGGINSON, 2009), e consequente redução da força de reação do solo (PERRY, 2005). A velocidade de deslocamento na marcha tem sido apontada como um preditor de funcionalidade e de sobrevivência entre idosos. Idosos que caminham a 1,0 m/s são considerados fisicamente

funcionais e velocidades da marcha a partir de 1,2 m/s podem estar relacionadas com o aumento de sobrevida (STUDENSKI; PERERA; PATEL, 2011).

As participantes do presente estudo apresentaram velocidade da marcha usual de 0,96 m/s no período de controle e 1,06 m/s após a intervenção, valores que indicam independência funcional, embora não indiquem efeito do exercício. Estes resultados corroboram com a velocidade da marcha encontrada em outros estudos envolvendo idosos com OA (HENRIKSEN et al., 2014; KAUFMAN et al., 2001). A velocidade da marcha não sofreu alterações significativas após as 16 semanas de exercícios aquáticos, o que pode ser atribuído ao nível de atividade física inicial das participantes. Estas foram classificadas inicialmente como fisicamente ativas ou muito ativas (IPAQ versão curta), o que indica funcionalidade preservada em relação a pessoas menos ativas.

Em pessoas com OA, a cadência, duração da passada, comprimento da passada e tempo de apoio são reduzidos em comparação com idosos assintomáticos (ASTEPHEN et al., 2007; BALIUNAS, 2002). Neste estudo as participantes não foram comparadas com pares sem diagnóstico de OA, porém, os resultados encontrados para estas variáveis são similares aos reportados em outros estudos envolvendo pessoas com OA (WOLF, 2015; KO et al., 2011).

As melhoras observadas nos parâmetros temporais da marcha ocorreram durante o período de controle (-4 a 0) e foram mantidas após a intervenção. Apesar de ter sido realizada caminhada na área de coleta para a familiarização com os procedimentos de avaliação, as voluntárias podem ter se sentido desconfortáveis na primeira sessão de avaliação, pois estavam sob observação, com marcadores fixados no corpo caminhando descalças. Além disso, o próprio ambiente do laboratório pode ter interferido no desempenho das participantes da primeira para a segunda avaliação, visto que as instruções e procedimentos durante a coleta de dados foram padronizados e realizados pelos mesmos avaliadores.

Algumas variáveis cinéticas da marcha derivadas da força de reação do solo vertical (FRS) apresentaram comportamento semelhante ao das variáveis espaço-temporais. Foram observadas alterações apenas no período de controle na taxa de aceitação do peso e no impulso em decorrência do aumento da velocidade da marcha. Estas alterações podem ser explicadas em função da redução do tempo de duração da fase de apoio decorrente do aumento da velocidade da marcha. A taxa de aceitação do peso e o impulso são calculados em função do tempo (PERRY, 2005; ROSE & GAMBLE, 2005; WINTER, 1995), portanto, a duração da fase de apoio pode interferir nestas variáveis.

Os picos de frenagem e de propulsão não apresentaram alterações no presente estudo, embora seja descrito na literatura que o aumento na velocidade da marcha promove aumento nos picos de FRS (BARELA; DUARTE, 2011; PERRY, 2005). Os picos de FRS obtidos foram semelhantes aos valores encontrados em outros estudos que avaliaram pessoas com OA, e variam entre 90% a 110% do peso corporal (CHILDS et al., 2004; HUNT et al., 2006).

Não foram observadas alterações nos parâmetros cinemáticos e cinéticos da marcha analisados no presente estudo após o programa de exercícios aquáticos, possivelmente devido à especificidade dos ambientes aquático e terrestre. Barela e Duarte (2006) compararam a marcha de idosos na água e em solo. No ambiente aquático (profundidade em torno do processo xifóide) ocorre redução da velocidade da marcha, do comprimento da passada e da magnitude da força de reação do solo em relação ao ambiente terrestre. Essas alterações foram atribuídas às forças de resistência e de empuxo presentes no ambiente aquático.

O programa de exercícios de caminhada e corrida na água pode não ter contribuído com as características da marcha realizada em ambiente terrestre, devido à redução do peso corporal aparente e da velocidade da marcha no ambiente aquático. Embora as participantes tenham realizado caminhada e corrida em diferentes velocidades (baixa a alta velocidade) na água durante o

programa, não foi possível identificar os efeitos do exercício na marcha devido às diferentes características dos ambientes aquático e terrestre.

Três fatores podem estar associados à assimetria entre os membros de pessoas com OA: o grau de severidade da doença, os sintomas dolorosos e o acometimento bilateral ou unilateral. Entretanto, não foram identificadas assimetrias entre os membros nas variáveis espaço-temporais e cinéticas da marcha no presente estudo. A maioria das participantes apresentou OA bilateral (8 de 12 participantes) de grau leve a moderado e dor em ambas as articulações do joelho, porém, leve (0,3 a 2,2 pontos na EVA). Estudos sugerem que ocorre assimetria nos parâmetros da marcha de pessoas com OA bilateral de grau leve a moderado devido a um mecanismo de compensação da carga do peso corporal para o membro menos acometido durante a marcha na tentativa de evitar dor no membro mais sintomático (SHAKOOR, 2003; MILLS, 2013). No entanto, neste estudo estas alterações não foram identificadas.

Os achados do presente estudo corroboram com os resultados de Creaby e colaboradores (2012), que encontraram assimetria apenas entre os participantes que apresentavam dor unilateral, sugerindo que idosos com OA bilateral com dor em ambos os joelhos apresentaram características biomecânicas da marcha semelhantes em ambos os membros.

## 6.2. EQUILÍBRIO

O controle postural requer a interação entre os sistemas sensorial e motor, o ambiente e as relações biomecânicas entre os segmentos do corpo (HORAK, MACPHERSON, 1996; PETRELLA et al., 2012). Idosos podem apresentar alterações no equilíbrio decorrentes do envelhecimento, evidenciadas pelo aumento da oscilação corporal quando comparados a adultos jovens (HORAK, SHUPERT, MIRKA, 1989; PETRELLA et al., 2012).



Em idosos com OA o aumento da oscilação postural tem relação com a diminuição da força muscular e com a gravidade dos sintomas da doença (HALL; MOCKETT; DOHERTY, 2006; ALENCAR et al., 2007).

No presente estudo foi observado aumento da velocidade de deslocamento do CP apenas no período de controle (-4 a 0) na condição de olhos abertos. Estes resultados sugerem, mesmo em um curto período de tempo (4 semanas), uma piora no equilíbrio das participantes nesta fase do estudo, que pode estar associada às características da OA, que é uma doença progressiva.

Um dos fatores que poderiam contribuir com esta alteração é a presença e a intensidade da dor nos joelhos (HINMAN et al., 2002; HALL; MOCKETT; DOHERTY, 2006). No entanto, a dor foi controlada no presente estudo e não apresentou alterações no período de controle, indicando que o aumento da oscilação postural ocorreu em função de outros fatores. Outro mecanismo apontado na literatura é o grau de severidade da doença. Kim e colaboradores (2011) apontam maior oscilação postural em pessoas com OA moderada a severa. Porém, a maioria das participantes deste estudo apresentou grau de severidade leve a moderado da doença. A redução da força muscular também pode afetar o controle postural (HALL; MOCKETT; DOHERTY, 2006; ALENCAR et al., 2007). Entretanto, não foram observadas diferenças no torque e na potência muscular no mesmo período no presente estudo. Desta forma, os motivos e mecanismos para a piora do equilíbrio no período controle não estão claramente determinados.

Não houve alterações no equilíbrio após a intervenção com exercícios aquáticos no presente estudo, contrariando resultados de outros estudos que encontraram melhora no controle postural após período de treinamento na água, normalmente atribuídos às propriedades físicas e à temperatura da água, que permitem a execução dos movimentos com maior amplitude e segurança em comparação com o ambiente terrestre (SUOMI et al, 2000). Bressel et al, (2014) também encontraram efeitos do exercício aquático no equilíbrio, por meio de um programa de estímulos específicos de perturbação

do equilíbrio e caminhada em esteira aquática. Os autores atribuem os resultados à redução da dor nos joelhos, melhora na força muscular do quadríceps e da melhora da resposta do controle motor à perturbações.

Embora não tenha sido observada melhora significativa nos parâmetros do controle postural no presente estudo, é possível identificar uma estabilização da velocidade de deslocamento do CP. Estes resultados apresentam relevância clínica devido à característica progressiva da OA, conforme citado anteriormente. Assim como no estudo de Bento et al., (2015), com idosos sem diagnóstico de OA, o programa de exercícios do presente estudo foi composto por atividades dinâmicas de perturbação e recuperação do equilíbrio. Estes estímulos podem ter efeito mais pronunciado nas tarefas que requerem equilíbrio dinâmico e que podem não ser detectados quando avaliadas por meio de testes equilíbrio estático.

### 6.3. FUNÇÃO MUSCULAR

A redução da função muscular dos extensores do joelho é uma característica comum em idosos com OA (HASSAN; MOCKETT; DOHERTY, 2001; LEWEK; RUDOLPH; SNYDER-MACKLER, 2004; SLEMENDA et al., 1997). Estudos realizados comparando idosos com e sem a doença apresentam evidências de redução significativa do torque muscular dos músculos do quadríceps e dos flexores do joelho em indivíduos com OA em relação a seus pares assintomáticos (WOLF, 2015; BAERT et al., 2013; CHUN et al., 2013). A força destes grupos musculares está relacionada a tarefas comuns da vida diária, como levantar de uma cadeira, subir e descer escadas, levantar objetos do chão e caminhar (ALNAHDI; ZENI; SNYDER-MACKLER, 2012). A musculatura do quadríceps também é responsável pela absorção da carga no contato inicial com o solo e pela estabilização do joelho na fase de apoio da marcha (PERRY, 1992).

No presente estudo foi observado aumento no pico de torque, na potência muscular e no trabalho total dos músculos extensores e flexores do joelho em ambos os membros, sugerindo melhora na função muscular. O fortalecimento da musculatura em torno da articulação afetada por meio de exercícios físicos faz parte do tratamento da OA (BECKWÉE et al., 2013; HINMAN et al., 2010a; KNOOP et al., 2013) e pode retardar a progressão da doença, além de contribuir com a melhora da funcionalidade (ALNAHDI; ZENI; SNYDER-MACKLER, 2012; PEDERSEN; SALTIN, 2006).

Estes resultados corroboram com os estudos de Wang *et al.* (2006) e Hinman *et al.* (2007), que observaram melhoras significativas na força muscular do quadríceps após a intervenção (18,5% e 11% respectivamente). Os programas de EA nestes estudos contemplaram exercícios de fortalecimento muscular com aumento gradativo de volume e/ou intensidade, o que pode ter contribuído com os benefícios encontrados. Foram encontrados aumentos de 11% na potência muscular do quadríceps a 60°/s e 16,2% a 180°/s no presente estudo. Adicionalmente, na velocidade angular de 180°/s houve aumento de 11% no pico de torque dos músculos extensores do joelho. Apesar da dificuldade de comparação com outros estudos devido à diferenças nos protocolos, os achados do presente estudo estão de acordo com outros trabalhos envolvendo exercício aquático para idosos sem OA, em que foram encontrados aumentos no pico de torque isométrico de 10,5% (TSOURLOU et al., 2006) e 14% (BENTO et al., 2012).

Por outro lado, alguns estudos que realizaram programas de EA não encontraram os mesmos efeitos (FISKEN et al., 2015; HINMAN; HEYWOOD; DAY, 2007; LIM; TCHAI; JANG, 2010; LUND et al., 2008; WANG et al., 2007). Essa diversidade de resultados pode ser atribuída a fatores como a escolha dos exercícios, a intensidade dos estímulos e ao planejamento do programa. No presente estudo, a sobrecarga progressiva imposta pelo uso de equipamentos resistivos e pelo aumento da velocidade de execução dos exercícios pode ter resultado em adaptações neuromusculares ao longo do programa, visto que a utilização de materiais que aumentam a área de contato com a água e a execução dos exercícios em alta velocidade promovem

incremento da resistência ao exercício e consequente aumento da produção de força (BENTO; RODACKI, 2014; BENTO et al., 2012; TSOURLOU et al., 2006b).

Os resultados encontrados neste estudo indicam melhora na função muscular dos músculos do quadríceps e dos isquiotibiais em ambas as velocidades angulares testadas ( $60^{\circ}/s$  e  $180^{\circ}/s$ ), porém, na velocidade de  $180^{\circ}/s$  os efeitos do exercício foram mais pronunciados. Nesta velocidade angular ocorre maior velocidade de recrutamento de unidades motoras, similares aos estímulos realizados nos exercícios de força muscular propostos neste programa de exercícios. Durante as sessões de treino as participantes eram orientadas a realizar os movimentos na maior velocidade possível, o que contribuiu com a capacidade de realizar contrações musculares mais rapidamente, que está associada com a execução das tarefas da vida diária (EVANS, 2000; PELLETIER; GINGRAS-HILL; BOISSY, 2013).

Um dos objetivos deste estudo foi avaliar possíveis assimetrias entre os membros sintomático e assintomático das participantes e verificar se o programa de exercícios reduziria ou eliminaria as diferenças. Não foram observadas diferenças entre os membros, exceto nas variáveis trabalho total e Trabalho Total normalizado pelo peso corporal na velocidade angular de  $60^{\circ}/s$  no período de controle (-4 a 0). Porém, as diferenças observadas não apresentaram um padrão, dificultando a identificação do efeito dos sintomas da OA na assimetria entre as articulações mais sintomática e menos sintomática.

Em estudo que comparou idosas com OA e idosas sem OA também foi realizada análise das diferenças entre os membros e observou-se que o membro sintomático do grupo com OA apresentou pico de torque reduzido em relação ao membro assintomático (17% na velocidade angular de  $60^{\circ}/s$  e 16% a  $180^{\circ}/s$ ) (WOLF, 2015). Porém, estas diferenças não foram observadas no presente estudo devido às características das participantes. A maioria das participantes deste estudo apresenta OA bilateral (66%), o que indica

comprometimento em ambos os joelhos mesmo que a incidência da doença tenha ocorrido em períodos diferentes em cada membro.

#### 6.4. FUNCIONALIDADE E QUALIDADE DE VIDA

A funcionalidade de idosos com OA pode ser afetada por diversos fatores, como a redução da força e potência muscular, danos estruturais na cartilagem, rigidez articular e pelos sintomas dolorosos, que dificultam a realização das tarefas da vida diária, levando à diminuição da percepção de qualidade de vida (CHUN et al., 2013; KNOOP et al., 2012; LU et al., 2015; MALY; COSTIGAN; OLNEY, 2006; PUA et al., 2011). Além disso, a severidade da doença influencia o declínio funcional devido ao aumento da fraqueza muscular e da dor (CHUN et al., 2013).

O desempenho inicial das participantes do presente estudo nos testes funcionais foi pior em comparação a idosas assintomáticas, no entanto, similar ao desempenho de idosas com OA avaliadas em outros estudos (WOLF, 2015; ARNOLD; FAULKNER, 2010; FISKEN et al., 2015; HINMAN; HEYWOOD; DAY, 2007). Os benefícios do exercício físico (realizado em solo ou na água) na funcionalidade e qualidade de vida de idosos com OA tem sido verificados em vários estudos (HALE et al., 2012; ARNOLD; FAULKNER, 2010; FISKEN et al., 2015; ROPER; TILLMAN; BRESSEL, 2012; WALLIS et al., 2014; SUOMI & COLIER, 2003; LIM et al, 2015).

Após a intervenção realizada neste estudo foi observada melhora na potência muscular dos membros inferiores (Teste de Levantar e Sentar da Cadeira), na agilidade e equilíbrio dinâmico (TUG) e na capacidade aeróbia (TC6). Estes resultados podem ser atribuídos às características do programa de exercícios. Os movimentos realizados em alta velocidade nos exercícios de força do programa podem apresentar características semelhantes aos movimentos das tarefas cotidianas avaliadas nos testes funcionais, o que pode

facilitar a transferência dos ganhos obtidos com o exercício (BARRY; CARSON, 2004; HAZELL; KENNO; JAKOBI, 2007).

Adicionalmente, a melhora na funcionalidade pode ser relacionada com o efeito do treinamento no aumento da potência muscular observado nos testes isocinéticos. Exercícios de força realizados em alta velocidade promovem aumento da capacidade de produzir força rapidamente, que está mais relacionada às atividades da vida diária que a força máxima (EVANS, 2000; PELLETIER; GINGRAS-HILL; BOISSY, 2013). Entretanto, não foram observados efeitos do exercício na velocidade da marcha, pois as participantes deste estudo apresentavam marcha usual adequada para a faixa etária, de acordo com o estudo de Studenski et al. (2011). Adicionalmente, a corrida e caminhada nos ambientes aquático e terrestre apresentam características biomecânicas diferentes (BARELA; DUARTE, 2006) mesmo quando realizadas em alta velocidade na água, o que pode dificultar a identificação dos efeitos do exercício na marcha realizada em solo.

Alnahdi et al. (2012) sugerem que o aumento na força do quadríceps pode ser preditor do desempenho físico nos testes de caminhada de 6 minutos e Levantar e Caminhar Cronometrado, e o fortalecimento dos ísquiotibiais apresenta correlação negativa com o escore da capacidade funcional percebida no WOMAC. Esta relação pode ser reforçada por meio dos resultados observados nos testes funcionais no presente estudo, que demonstraram aumento na potência muscular, equilíbrio dinâmico e agilidade. Portanto, é possível sugerir que houve transferência dos benefícios obtidos com o exercício para a capacidade de realizar as atividades da vida diária.

Os movimentos realizados nos testes funcionais (sentar e levantar da cadeira, levantar, caminhar, retornar e sentar-se novamente e caminhar em local plano) compõem grande parte das atividades da vida diária. Devido à melhora na capacidade de realizar estas tarefas, sugere-se que houve melhora na percepção da capacidade funcional observada nos resultados dos questionários WOMAC e SF-36.

A avaliação indireta da funcionalidade de idosos pode ser realizada por meio de questionários de qualidade de vida. A qualidade de vida relacionada à saúde é conceituada como uma medida multidimensional, que contempla os aspectos físico, mental, a função social e o bem-estar. Em idosos sem OA, a percepção da qualidade de vida é reportada no questionário está relacionada com o nível de atividade física e a aptidão física (WANDERLEY et al., 2011). Porém, nos idosos com OA este questionário está mais relacionado com a força muscular e a depressão associada à doença (MALY et al. 2006).

A prática de atividades físicas está associada ao aumento ou manutenção da qualidade de vida relacionada à saúde (WANDERLEY et al., 2011). Estudos realizados com exercícios aquáticos para idosos com OA encontraram efeitos positivos em alguns aspectos da qualidade de vida e da funcionalidade autorreportada (BECKWEE et al., 2013)

No presente estudo foram encontrados efeitos do exercício aquático na melhora da capacidade funcional e na vitalidade do SF-36. O domínio da capacidade funcional está relacionado com a realização as atividades da vida diária, e a vitalidade está relacionada com a percepção do indivíduo sobre a sensação de energia (LIMA et al., 2008). Observou-se no SF-36 que os menores escores estão relacionados aos aspectos físicos, enquanto os componentes sociais, emocionais e mentais apresentam escores mais elevados (acima de 60%), sugerindo que a OA tem maior impacto nos aspectos físicos da qualidade de vida (ALVES e BASSIT, 2013; BECKWEE et al., 2013).

O questionário WOMAC, que avalia os sintomas da OA e seu impacto na qualidade de vida (McCONNELL et al., 2001), apresentou redução significativa nos três domínios, dor, rigidez e funcionalidade. Estudos vêm demonstrando que a prática de exercícios físicos promove redução nos sintomas da OA (BECKWEE et al., 2013; KNOOP et al., 2013; MCALINDON et al., 2014; PEDERSEN; SALTIN, 2006).

A dor, um dos sintomas mais comuns da doença, está associada às limitações funcionais ocasionadas pela OA (HALL; MOCKETT; DOHERTY, 2006; MCALINDON et al., 1993) e ao impacto desta na qualidade de vida

(PANG et al., 2015; TERWEE et al., 2006). Embora o efeito do EA na dor não seja um dos objetivos do presente estudo, observou-se redução de aproximadamente 75% na dor percebida (EVA) após o programa de exercícios. Mesmo que as participantes tenham apresentado níveis baixos de dor desde o início (10,5 de 20 pontos no WOMAC e 2,2 de 10 pontos na EVA), as alterações observadas são relevantes, pois estudos apontam que uma diminuição de 50% pode ser considerada redução significativa na intensidade da dor (WILLIAMSON; HOGGART, 2005). Adicionalmente, a redução da dor e das limitações funcionais pode ter influenciado a melhora na percepção da capacidade funcional e da vitalidade.

Uma limitação do presente estudo foi a redução da amostra inicial de 24 participantes para 12 idosas ao final. As principais razões para a desistência apontadas pelas participantes foram problemas pessoais, dificuldade de locomoção até o local do estudo e problemas de saúde dos familiares. Em estudos anteriores realizados pelo nosso grupo de pesquisa envolvendo pessoas com OA observamos dificuldades de recrutamento e adesão das participantes por motivos semelhantes. Embora a perda amostral deste estudo seja de 50%, o poder estatístico dos resultados observados para potência muscular e funcionalidade (entre 62 e 72% e 75%, respectivamente) demonstra boa capacidade de identificar os efeitos do EA nesta amostra.



## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos objetivos do estudo e nos resultados encontrados foi possível concluir que um programa de exercícios aquáticos bem estruturado é efetivo na melhora da função muscular, da funcionalidade e da percepção da qualidade de vida de idosas com OA.

Os resultados encontrados sugerem que o aumento na potência e na força muscular contribuíram com a melhora na capacidade de realizar as tarefas da vida diária e consequente melhora na percepção da capacidade funcional. No entanto, não foram observados efeitos do programa de exercícios na marcha e no equilíbrio das idosas, possivelmente devido ao bom desempenho inicial das participantes do estudo e às diferenças entre os ambientes aquático e terrestre (onde os testes foram realizados).

O aumento da velocidade de execução dos movimentos associado ao uso de equipamentos que aumentam a resistência da água é uma estratégia simples de progressão da sobrecarga do exercício, e eficiente na melhora da força muscular dos membros inferiores e da funcionalidade. Com base nos resultados, sugere-se aos profissionais que atuam no tratamento da OA por meio do exercício aquático a utilização da velocidade de execução dos movimentos como forma de progressão da sobrecarga no planejamento de um programa de exercícios, visto que a melhora na força e na potência muscular pode ser transferida para a capacidade de executar as tarefas da vida diária, o que contribui a qualidade de vida das pessoas com OA.

Futuros estudos com programas de exercícios físicos para idosos com OA devem considerar componentes específicos do programa voltados para o equilíbrio para que sejam observados maiores efeitos do exercício. Adicionalmente, realizar acompanhamento e orientação nutricional em conjunto com o programa de exercícios, visto que o exercício físico isoladamente não apresentou efeitos na redução do excesso de peso, fator importante na prevenção da progressão da OA.

## REFERÊNCIAS

AAGAARD, P., SIMONSEN, E. B., ANDERSEN, J. L., MAGNUSSON, P., DYHREPOULSEN, P. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. **Journal of Applied Physiology**, 93, 1318- 1326, 2002.

ALENCAR, M. A. et al. Muscular function and functional mobility of faller and non-faller elderly women with osteoarthritis of the knee. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 40, p. 277–283, 2007.

ALEXANDRE, T. D. S.; CORDEIRO, R. C.; RAMOS, L. R. Factors associated to quality of life among elderly with knee osteoarthritis. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 15, n. 4, p. 326–332, 2008.

ALEXANDRE, T. S.; MIZUTA, S. K. Accuracy of Timed Up and Go Test for screening risk of falls among community-dwelling elderly. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. sep-oct; n. 16(5), p. 381–388, 2012.

ALNAHDI, A. H.; ZENI, J. A.; SNYDER-MACKLER, L. Muscle Impairments in Patients With Knee Osteoarthritis. **Sports Health: A Multidisciplinary Approach**, v. 4, p. 284–292, 2012.

ALVES, J. C.; BASSITT, D. P. Qualidade de vida e capacidade funcional de idosas com osteoartrite de joelho Quality of life and functional capacity of elderly women with knee osteoarthritis. v. 11, n. 11, p. 209–215, 2013.

AMERICAN COLLEGE OF RHEUMATOLOGY SUBCOMMITTEE ON OSTEOARTHRITIS GUIDELINES. Recommendations for the medical management of osteoarthritis of the hip and knee. **American College of Rheumatology**, v. 43, n. 9, p. 1905–1915, 2002.

ANDRADE, F. A. DE et al. Mensuração da dor no idoso: uma revisão. v. 14, n. 2, p. 271–276, 2006.

ANDRIACCHI, T. P.; FAVRE, J. The nature of in vivo mechanical signals that influence cartilage health and progression to knee osteoarthritis. **Current rheumatology reports**, v. 16, n. 11, p. 463, nov. 2014.

ARNOLD, C. M.; FAULKNER, R. A. The effect of aquatic exercise and education on lowering fall risk in older adults with hip osteoarthritis. **J Aging Phys Act**, v. 18, n. 3, p. 245–260, 2010.

ASTEPHEN, J. L. et al. Biomechanical changes at the hip, knee, and ankle joints during gait are associated with knee osteoarthritis severity. **Journal of orthopaedic research : official publication of the Orthopaedic Research Society**, v. 26, n. 3, p. 332–41, mar. 2008.

ASTEPHEN WILSON, J. L. et al. The association between knee joint biomechanics and neuromuscular control and moderate knee osteoarthritis radiographic and pain severity. **Osteoarthritis and cartilage / OARS, Osteoarthritis Research Society**, v. 19, n. 2, p. 186–93, fev. 2011.

BAERT, I. A C. et al. Weak associations between structural changes on MRI and symptoms, function and muscle strength in relation to knee osteoarthritis. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, p. 1–13, 2013.

BALIUNAS, A. Increased knee joint loads during walking are present in subjects with knee osteoarthritis. **Osteoarthritis and Cartilage**, v. 10, n. 7, p. 573–579, jul. 2002.

BARELA, A.; DUARTE, M. Utilização da plataforma de força para aquisição de dados cinéticos durante a marcha humana. **Braz J Mot Behav**, v. 6, n. 1, p. 56–61, 2011.

BARELA, A. M. F.; DUARTE, M. Biomechanical characteristics of elderly individuals walking on land and in water. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 18, p. 446–454, 2008.

BARRY, B. K.; CARSON, R. G. The consequences of resistance training for movement control in older adults. **The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences**, v. 59, n. 7, p. 730–754, 2004.

BECKWÉE, D. et al. Osteoarthritis of the knee: why does exercise work? A qualitative study of the literature. **Ageing research reviews**, v. 12, n. 1, p. 226–36, jan. 2013.

BENNEL, K. L. et al. Comparison of neuromuscular and quadriceps strengthening exercise in the treatment of varus malaligned knees with medial knee osteoarthritis: a randomised controlled trial protocol. **BMC musculoskeletal disorders**, v. 12, n. 1, p. 276, jan. 2011.

BENTO, P. C. B. et al. The Effects of a Water-Based Exercise Program on Strength and Functionality of Older Adults. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 20, p. 469–484, 2012.

BENTO, P. C. B. et al. Effects of Water-Based Training on Static and Dynamic Balance of Older Women. **Rejuvenation Research**, v. 18, n. 4, p. 326–331, 2015.

BENTO, P. C. B.; RODACKI, A. L. F. Muscle function in aged women in response to a water-based exercises program and progressive resistance training. **Geriatrics & Gerontology International**, p. 1-8, 2014.

BERENBAUM, F. Osteoarthritis as an inflammatory disease (osteoarthritis is not osteoarthrosis!). **Osteoarthritis and cartilage / OARS, Osteoarthritis Research Society**, v. 21, n. 1, p. 16–21, jan. 2013.

BERGAMIN, M. et al. Is water-based exercise training sufficient to improve physical fitness in the elderly?: A systematic review of the evidence. **European Review of Aging and Physical Activity**, v. 9, p. 129–141, 2012.

BLIDDAL, H.; LEEDS, A R.; CHRISTENSEN, R. Osteoarthritis, obesity and weight loss: evidence, hypotheses and horizons - a scoping review. **Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity**, v. 15, n. 7, p. 578–86, jul. 2014.

BORTOLAIA, A.P.; BARELA, A.M.F.; BARELA, J.A. Controle postural em crianças portadoras de deficiência visual nas faixas etárias entre 3 e 11 anos **Motriz: Revista de Educação Física**, v. 9, n. 2, p. 75 - 82, 2003.

BORTOLUZZI, S. **Qualidade de vida, dor e função muscular em indivíduos com osteoartrite e com artroplastia total de joelho.** [s.l.] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008.

BRESSEL, E. et al. High-intensity interval training on an aquatic treadmill in adults with osteoarthritis: effect on pain, balance, function, and mobility. **J Strength Cond Res**, v. 28, n. 8, p. 2088–2096, 2014.

BUCKWALTER, J. A.; LANE, N. E. Athletics and Osteoarthritis. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 25, n. 6, p. 873–881, 1997.

BUTLER, E.E.; DRUZIN, M.; SULLIVAN, E. V. **Gait adaptations in adulthood: Pregnancy, aging, and alcoholism.** In: ROSE, J.; GAMBLE, J. G. Human Walking, 3ª Ed. Lippincott Williams and Wilkins, 2006, cap. 8, p. 131-147.

CABRAL, A. L. L. **Tradução e validação do teste Timed Up and Go e sua correlação com diferentes alturas da cadeira.** Dissertação. Brasília - DF, 2011.

CAMANHO, Gilberto Luís. Tratamento da osteoartrose de Joelho. **Rev. Bras. Ortop.**, v.36, n.5, Maio, 2001.

CHEHAB, E. F. et al. Baseline knee adduction and flexion moments during walking are both associated with 5 year cartilage changes in patients with medial knee osteoarthritis. **Osteoarthritis and Cartilage**, v. 22, n. 11, p. 1833–1839, 2014.

CHENG, Y. et al. Physical activity and self-reported, physician-diagnosed osteoarthritis: Is physical activity a risk factor? **Journal of Clinical Epidemiology**, v. 53, p. 315–322, 2000.

CHILDS, J. D. et al. Alterations in lower extremity movement and muscle activation patterns in individuals with knee osteoarthritis. **Clinical Biomechanics**, v. 19, p. 44–49, 2004.

CHMELO, E.; MESSIER, S. Physical activity and physical function in older adults with knee osteoarthritis. **J Phys Act Health**, v. 10, n. 6, p. 777–783, 2014.

CHUN, S. W. et al. Muscle strength is the main associated factor of physical performance in older adults with knee osteoarthritis regardless of radiographic severity. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v. 56, n. 2, p. 377–382, 2013.

CICONELLI, M. et al. Tradução para a língua portuguesa e validação do questionário genérico de avaliação de qualidade de vida SF-36 (Brasil SF-36). **Revista Brasileira de Reumatologia**, v.39, n.3, p. 8, 1999.

CLARK, B. C.; MANINI, T. M. What is dynapenia? **Nutrition**, v. 28, n. 5, p. 495–503, 2012.

COOPER, C. et al. Risk factors for the incidence and progression of radiographic knee osteoarthritis [In Process Citation]. **Arthritis Rheum**, v. 43, n. 5, p. 995–1000, 2000.

COURTNEY, C. A.; O'HEARN, M. A.; HORNBY, T. G. Neuromuscular function in painful knee osteoarthritis. **Current Pain and Headache Reports**, v. 16, p. 518–524, 2012.

CRAPO, R. O. et al. ATS statement: Guidelines for the six-minute walk test. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 166, p. 111–117, 2002.

CREABY, M. W.; BENNELL, K. L.; HUNT, M. A. Gait differs between unilateral and bilateral knee osteoarthritis. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 93, n. 5, p. 822–827, 2012.

CROSS, M. et al. The global burden of hip and knee osteoarthritis: estimates from the Global Burden of Disease 2010 study. **Annals of the rheumatic diseases**, v. 73, p. 1323–30, 2014.

DAVIS, A. M.; MACKAY, C. Osteoarthritis year in review: Outcome of rehabilitation. **Osteoarthritis and Cartilage**, v. 21, n. 10, p. 1414–1424, 2013.

DELMONICO, M. J., HARRIS, T. B., VISSER, M., PARK, W. S., CONROY, M. B., VELASQUEZ-MIEYER, P., BOURDREAU, R., MANINI, T. M., NEVITT, M., NEWMAN, A. B., GOODPASTER, B. H. Longitudinal study of muscle strength, quality, and adipose tissue infiltration. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 90, p.1579-1585, 2009.

DE MATTOS, F. et al. Comparação da funcionalidade, agilidade e equilíbrio dinâmico de idosos com e sem osteoartrite de joelhos. **Revista da Educação Física**, v. 26, p. 435–441, 2015.

DE OLIVEIRA, A. M. I. et al. Impacto dos exercícios na capacidade funcional e dor em pacientes com osteoartrite de joelhos: Ensaio clínico randomizado. **Revista Brasileira de Reumatologia**, v. 52, n. 6, p. 876–882, 2012.

DOBSON, F. et al. Measurement properties of performance-based measures to assess physical function in hip and knee osteoarthritis: A systematic review. **Osteoarthritis and Cartilage**, v. 20, n. 12, p. 1548–1562, 2012.

DOYLE, T.L.; NEWTON, R.U.; BURNETT, A.F. Reliability of traditional and fractal dimension measures of quiet stance center of pressure in young, healthy people. **Archives of Physical Medicine Rehabilitation**, v. 86, p. 2034–2040, 2005.

DUARTE, V. D. S. et al. Exercícios físicos e osteoartrose : uma revisão sistemática. **Fisioter. Movimento**. v. 26, n. 1, p. 193–202, 2013.

DUFFELL, L. D. et al. The Knee The knee adduction angle of the osteoarthritic knee : A comparison of 3D supine , static and dynamic alignment. **The Knee**, v. 21, n. 6, p. 1096–1100, 2014a.

DUFFELL, L. D. et al. Balance and gait adaptations in patients with early knee osteoarthritis. **Gait & posture**, v. 39, n. 4, p. 1057–61, abr. 2014.

EARLES, D. R.; JUDGE, J. O.; GUNNARSSON, O. T. Velocity training induces power-specific adaptations in highly functioning older adults. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 82, n. July, p. 872–878, 2001.

EVANS, W. J. Exercise strategies should be designed to increase muscle power. **Journal of Gerontology: Medical Sciences**, v. 55, n. 6, p. p.309 - 310, 2000.

FELSON, D. T. Epidemiology of hip and knee osteoarthritis. **Epidemiologic reviews**, v. 10, n. 1, p. 1–28, 1988.

FELSON, D. T. Osteoarthritis as a disease of mechanics. **Osteoarthritis and Cartilage**, v. 21, n. 1, p. 10–15, 2013.

FELSON, D. T.; LAWRENCE, R. C. NIH Conference Osteoarthritis : New Insights - The disease and its risk factors. **Annals of Internal Medicine**, v. 133, n. 8, p. 637–639, 2000.

FISKEN, A. et al. Perceived benefits, motives, and barriers to aqua-based exercise among older adults with and without osteoarthritis. **Journal of Applied Gerontology**, v. 34, n. 3, p. 377–396, 2015a.

FISKEN, A. L. et al. Comparative effects of 2 aqua exercise programs on physical function, balance, and perceived quality of life in older adults with osteoarthritis. **J Geriatr Phys Ther**, v. 38, n. 1, p. 17–27, 2015.

FOLEY, A et al. Does hydrotherapy improve strength and physical function in patients with osteoarthritis--a randomised controlled trial comparing a gym based and a hydrotherapy based strengthening programme. **Annals of the rheumatic diseases**, v. 62, p. 1162–1167, 2003.

FORREST, G. et al. Factors affecting length of stay and need for rehabilitation after hip and knee arthroplasty. **Journal of Arthroplasty**, v. 13, n. 2, p. 186–190, 1998.

FREIRE, A.N.; GUERRA, R.O.; ALVARADO, B.; GURALNIK, J.M.; ZUNZUNEGUI, M.V. Validity and Reliability of the Short Physical Performance Battery in Two Diverse Older Adult Populations in Quebec and Brazil. **Journal of Aging and Health**, v.X, p. 1-16, 2012.

FREITAS, JR. P.; BARELA, J. A. Alterações no funcionamento do sistema de controle postural de idosos. Uso da informação visual. **Revista Portuguesa de Ciência do Desporto**, v. 6, n. 1, p. 94-105, 2006.

GLASS, N. A. et al. The relationship between quadriceps muscle weakness and worsening of knee pain in the MOST cohort: A 5-year longitudinal study. **Osteoarthritis and Cartilage**, v. 21, n. 9, p. 1154–1159, 2013.

GRAEF, F. I.; KRUEL, L. F. M. Frequência cardíaca e percepção subjetiva do esforço no meio aquático: diferenças em relação ao meio terrestre e aplicações na prescrição do exercício - uma revisão. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 12, n. 4, p. 221–228, 2006.

GUIMARÃES, K.; ANDRADE, J. Métodos e desafios enfrentados pela enfermagem quanto a avaliação da dor (quinto sinal vital). **Revista de Iniciação Científica da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 5, n. 1, p. 33–41, 2015.

GURALNIK, J. M. et al. A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. **Journal of Gerontology**, v. 49, n. 2, p. M85 a M94, 1994.

GURAINIK, J.M., FRIED, L. P., SALIVE, M. E. Disability as a public health outcome in the aging population. *Annual Review of Public Health*, 17, 25-46, 1996. HALL, M. C.; MOCKETT, S. P.; DOHERTY, M. Relative impact of radiographic osteoarthritis and pain on quadriceps strength, proprioception, static postural sway and lower limb function. **Annals of the rheumatic diseases**, v. 65, n. 7, p. 865–70, jul. 2006.

HALL, M. C.; MOCKETT, S. P.; DOHERTY, M. Relative impact of radiographic osteoarthritis and pain on quadriceps strength, proprioception, static postural sway and lower limb function. **Annals of the rheumatic diseases**, v. 65, n. 7, p. 865–70, jul. 2006.

HARDCASTLE, S. A. et al. Individuals with high bone mass have an increased prevalence of radiographic knee osteoarthritis. **Bone**, v. 71, p. 171–179, 2015.

HART, D. J.; DOYLE, D. D.; SPECTOR, T. D. Incidence and risk factors for radiographic osteoarthritis in middle-aged women. **Arthritis Rheum**, 1999.

HASSAN, B. S.; MOCKETT, S.; DOHERTY, M. Static postural sway, proprioception, and maximal voluntary quadriceps contraction in patients with knee osteoarthritis and normal control subjects. **Annals of the rheumatic diseases**, v. 60, p. 612–618, 2001.

HAVIV, B.; BRONAK, S.; THEIN, R. The Complexity of Pain around the Knee in Patients with Osteoarthritis. v. 15, n. april, p. 178–181, 2013.

HAZELL, T.; KENNO, K.; JAKOBI, J. Functional benefit of power training for older adults. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 15, p. 349–359, 2007.

HEIDEN, T. L.; LLOYD, D. G.; ACKLAND, T. R. Knee extension and flexion weakness in people with knee osteoarthritis: is antagonist cocontraction a factor? **The Journal of orthopaedic and sports physical therapy**, v. 39, n. 11, p. 807–815, 2009.

HENRIKSEN, M. et al. Is there a causal link between knee loading and knee osteoarthritis progression? A systematic review and meta-analysis of cohort studies and randomised trials. **BMJ open**, v. 4, n. 7, p. e005368, jan. 2014.

HINMAN, R. S. et al. Balance impairments in individuals with symptomatic knee osteoarthritis : a comparison with matched controls using clinical tests. **Rheumatology**, p. 1388–1394, 2002.

HINMAN, R. S. et al. Hip muscle weakness in individuals with medial knee osteoarthritis. **Arthritis Care and Research**, v. 62, n. 8, p. 1190–1193, 2010.

HINMAN, R. S.; HEYWOOD, S. E.; DAY, A. R. Aquatic physical therapy for hip and knee osteoarthritis: results of a single-blind randomized controlled trial. **Physical therapy**, v. 87, p. 32–43, 2007.

HOCHBERG, M. C. et al. American College of Rheumatology 2012 recommendations for the use of nonpharmacologic and pharmacologic therapies in osteoarthritis of the hand, hip, and knee. **Arthritis Care & Research**, v. 64, n. 4, p. 465–474, 27 abr. 2012.

HORTOBAGYI, T. et al. Old Adults Perform Activities of Daily Living Near Their Maximal Capabilities. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 58, n. 5, p. M453–M460, 1 maio 2003.



HORAK, F. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about the neural control of balance to prevent falls? **Age and Ageing**, v. 35-S2, p. 7-11, 2006.

HORAK, F. B., SHUPERT, C. L., MIRKA, A. Components of postural dyscontrol in the elderly: A review. **Neurobiology of Aging**, 10, 727-738, 1989.

HUBLEY-KOZEY, C.; DELUZIO, K.; DUNBAR, M. Muscle co-activation patterns during walking in those with severe knee osteoarthritis. **Clinical biomechanics (Bristol, Avon)**, v. 23, n. 1, p. 71–80, jan. 2008.

HUNT, M. A. et al. Associations among knee adduction moment, frontal plane ground reaction force, and lever arm during walking in patients with knee osteoarthritis. **Journal of Biomechanics**, v. 39, p. 2213–2220, 2006.

IBGE. Censo demográfico de 2010: Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência. 2010.

JANSSEN, I. The epidemiology of sarcopenia. **Clinics in geriatric medicine**, v. 27, n. 3, p. 355–63, ago. 2011.

JETTE, A. M. Toward a Common Language for Function , Disability , and Health. **Therapy**, p. 726–734, 2006.

JOHNSON, V. L.; HUNTER, D. J. The epidemiology of osteoarthritis. **Best practice & research. Clinical rheumatology**, v. 28, n. 1, p. 5–15, fev. 2014.

KAMIOKA, H. et al. A systematic review of nonrandomized controlled trials on the curative effects of aquatic exercise. **International journal of general medicine**, v. 4, p. 239–260, 2011.

KAUFMAN, K. R. et al. Gait characteristics of patients with knee osteoarthritis. **Journal of Biomechanics**, v. 34, n. 7, p. 907–915, jul. 2001.

KELLER, S. M.; BURNS, C. M. The aging nurse. **AAOHN journal : official journal of the American Association of Occupational Health Nurses**, v. 58, n. 10, p. 437–44; quiz 435–6, out. 2010.

KELLGREN, J.; LAWRENCE, J. Radiological assessment of osteoarthritis. **Annals of the Rheumatic Diseases**, v. 16, p. 494–501, 1957.

KNOOP, J. et al. Association of lower muscle strength with self-reported knee instability in osteoarthritis of the knee: Results from the Amsterdam Osteoarthritis Cohort. **Arthritis Care and Research**, v. 64, n. 1, p. 38–45, 2012.

KNOOP, J. et al. Knee joint stabilization therapy in patients with osteoarthritis of the knee: a randomized, controlled trial. **Osteoarthritis and cartilage / OARS, Osteoarthritis Research Society**, v. 21, n. 8, p. 1025–34, ago. 2013.

KO, S.-U. et al. Sex-specific gait patterns of older adults with knee osteoarthritis: results from the Baltimore longitudinal study of aging. **Current gerontology and geriatrics research**, v. 2011, p. 175763, 2011.

LAURETANI, F., RUSSO, C. R., BANDINELLI, S., BARTALI, B., CAVAZZINI, C., Di IORIO, A., CORSI, A. M., RANTANEN, T., GURALNIK, J. M., FERRUCCI, L. Age associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. **Journal of Applied Physiology**, 95, 1851-1860, 2003.

LEBRÃO, M. L. Epidemiologia do envelhecimento. **BIS. Boletim do Instituto de Saúde**, v. 47, p. 23–26, 2009.

LEWEK, M. D.; RUDOLPH, K. S.; SNYDER-MACKLER, L. Quadriceps femoris muscle weakness and activation failure in patients with symptomatic knee osteoarthritis. *Journal of orthopaedic research: official publication of the Orthopaedic Research Society*, v. 22, p. 110–115, 2004.

LIAO, C.-D. et al. Effects of balance training on functional outcome after total knee replacement in patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. **Clinical rehabilitation**, v. 27, p. 697–709, 2013.

LIM, J.-Y.; TCHAI, E.; JANG, S.-N. Effectiveness of aquatic exercise for obese patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. **PM & R : the journal of injury, function, and rehabilitation**, v. 2, n. 8, p. 723–731; quiz 793, 2010.

LIM, K.; PH, D.; LEE, H. Computerized Posturographic Measurement in Elderly Women with Unilateral Knee Osteoarthritis. **Ann. Rehabil Med**, v. 36, n. 5, p. 618–626, 2012.

LIMA, A. M. M.; SILVA, H. S.; GALHARDON, R. Envelhecimento bem-sucedido: **Comunicação Saude Educação**, v. 12, n. 22, p. 395–407, 2008.

LIMA-SILVA, T. B. et al. Training of executive functions Results of a pilot study. **Dementia e Neuropsychologia**, v. 6, n. 1, p. 35–41, 2012.

LITWIC, A. et al. Epidemiology and burden of osteoarthritis. **British Medical Bulletin**, v. 105, n. 1, p. 185–199, 2013.

LOPES, A. G. **Efeitos de Atividade Física no Controle Postural e Capacidade Funcional de Idosos Efeitos de Atividade Física no Controle Postural e Capacidade Funcional de Idosos**. Tese. 114 p. Rio Claro, 2010.

LU, M. et al. Effectiveness of aquatic exercise for treatment of knee osteoarthritis : Systematic review and meta-analysis. **Z Rheumatol**, 2015.

LUND, H. et al. A randomized controlled trial of aquatic and land-based exercise in patients with knee osteoarthritis. **Journal of Rehabilitation Medicine**, v. 40, p. 137–144, 2008.

MACALUSO A, DE VITO G. Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people. **European journal of applied physiology**, 91,4, 450-72, 2004

MALY, M. R. et al. Relationship of intermuscular fat volume in the thigh with knee extensor strength and physical performance in women at risk of or with knee osteoarthritis. **Arthritis care & research**, v. 65, n. 1, p. 44–52, jan. 2013.

MALY, M. R.; COSTIGAN, P. A.; OLNEY, S. J. Determinants of self-report outcome measures in people with knee osteoarthritis. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 87, n. January, p. 96–104, 2006.

MASSELLI, M. R. et al. Efeitos Dos Exercícios Aquáticos Na Osteoartrite Do Quadril Ou Joelho: Revisão. **Colloquium Vitae**, v. 4, n. 1, p. 53–61, 17 dez. 2012.

MCALINDON, T. E. et al. Determinants of disability in osteoarthritis of the knee. **Annals of the rheumatic diseases**, v. 52, p. 258–262, 1993.

MCALINDON, T. E. et al. OARSI guidelines for the non-surgical management of knee osteoarthritis. **Osteoarthritis and cartilage / OARS, Osteoarthritis Research Society**, v. 22, n. 3, p. 363–88, mar. 2014.

MILLS, K. et al. Between-limb kinematic asymmetry during gait in unilateral and bilateral mild to moderate knee osteoarthritis. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 94, n. 11, p. 2241–7, nov. 2013.

MISZKO, T. A et al. Effect of strength and power training on physical function in community-dwelling older adults. **The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences**, v. 58, n. 2, p. 171–175, 2003.

MORGENROTH, D. C. et al. The relationship between knee joint loading rate during walking and degenerative changes on magnetic resonance imaging. **Clinical Biomechanics**, v. 29, n. 6, p. 664–670, 2014.

NAKANO, M. M. **Versão brasileira da Short Physical Performance Battery - SPPB: adaptação cultural e estudo da confiabilidade**. [s.l.] Universidade Estadual de Campinas, 2007.

NELSON, A. E. et al. A systematic review of recommendations and guidelines for the management of osteoarthritis: The Chronic Osteoarthritis Management

Initiative of the U.S. Bone and Joint Initiative. **Seminars in arthritis and rheumatism**, v. 43, n. 6, p. 701–12, jun. 2014.

OIESTAD, B. E. et al. Knee extensor muscle weakness is a risk factor for development of knee osteoarthritis . A systematic review and meta-analysis. **Osteoarthritis and Cartilage**, p. 1–7, 2014.

PALMIERI-SMITH, R. M. et al. Isometric quadriceps strength in women with mild, moderate and severe knee osteoarthritis. **Ann J Phys Med Rehabil**, v. 89, n. 7, p. 541–548, 2012.

PANG, J. et al. Influence of pain severity on health-related quality of life in Chinese knee osteoarthritis patients. **Int J Clin Exp Med**, v. 8, n. 3, p. 4472–4479, 2015.

PARK, H. J. et al. Factors related to standing balance in patients with knee osteoarthritis. **Annals of Rehabilitation Medicine**, v. 37, n. 3, p. 373–378, 2013.

PEDERSEN, B. K.; SALTIN, B. Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 16 Suppl 1, p. 3–63, fev. 2006.

PELLETIER, D.; GINGRAS-HILL, C.; BOISSY, P. Power training in patients with knee osteoarthritis: a pilot study on feasibility and efficacy. **Physiotherapy Canada. Physiothérapie Canada**, v. 65, n. 2, p. 176–82, jan. 2013.

PERRY, J. **Análise de Marcha**. Vol. 1. Marcha Normal. Barueri, SP: Manole, 2005.

PETRELLA, M. et al. Postural control parameters in elderly female fallers and non-fallers diagnosed or not with knee osteoarthritis. **Revista Brasileira de Reumatologia**, v. 52, n. 4, p. 512–517, 2012.

PINSAULT, N.; VUILLERME, N. Test-retest reliability of centre of foot pressure measures to assess postural control during unperturbed stance. **Medical Engineering and Physics**, v. 31, p. 276–286, 2009.

PRIOLI, A.C.; CARDOZO, A.S.; FREITAS JÚNIOR, P.B.; BARELA, J.A. Task demand effects on postural control in older adults. **Human Movement Science**, p. 1- 12, 2006.

PUA, Y.-H. et al. Associations of knee extensor strength and standing balance with physical function in knee osteoarthritis. **Arthritis care & research**, v. 63, n. 12, p. 1706–14, dez. 2011.

REIS, J. G. et al. Avaliação do controle postural e da qualidade de vida em idosos com osteoartrite de joelho. **Revista Brasileira de Reumatologia**, v. 54, n. 3, p. 208–212, 2014.

REZENDE, M. U. DE; CAMPOS, G. C. DE; PAILO, A. F. Conceitos atuais em osteoartrite. **Acta Ortopédica Brasileira**, v. 21, n. 2, p. 120–122, 2013.

RIKLY, R. E. & JONES, J. Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults, ages 60-94. **Journal of Aging and Physical Activity**, 7, 162-181, 1999.

ROLLAND, Y. M. et al. Reliability of the 400-meter usual pace walk test as an assessment of mobility limitation in older adults. **Journal of American Geriatric Society**, v. 52, p. 972– 976, 2004.

ROPER, J. A.; BRESSEL, E.; TILLMAN, M. D. Acute aquatic treadmill exercise improves gait and pain in people with knee osteoarthritis. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 94, n. 3, p. 419–425, 2013.

ROPER, J.; TILLMAN, M. D.; BRESSEL, E. Aquatic Treadmill Exercise Improves Gait Mechanics and Mobility for Individuals with Unilateral Knee Osteoarthritis. **J Gen Intern Med**, v. 27, p. 691, 2012.

ROSE, J. GAMBLE, J. **Human Walking**. LWW; Third edition, 273 pág. 2005

RUHE, A.; FEJER, R.; WALKER, B. The test–retest reliability of centre of pressure measures in bipedal static task conditions – A systematic review of the literature. **Gait & Posture**, v. 32, p. 436–445, 2010.

SABCHUK, R.A. C. **Controle portural: comparação entre jovens, adultos e idosos em testes de campo e plataforma de força**. Dissertação, Curitiba - PR, 2013.

SHAKOOR, N. et al. Asymmetric knee loading in advanced unilateral hip osteoarthritis. **Arthritis and Rheumatism**, v. 48, n. 6, p. 1556–1561, 2003.

SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M. **Controle Motor: Teoria e aplicações práticas**. 2ª Ed. Barueri, SP: Manole, 2003.

SILVA, L. E. et al. Hydrotherapy versus conventional land-based exercise for the management of patients with osteoarthritis of the knee: a randomized clinical trial. **Physical therapy**, v. 88, p. 12–21, 2008.

SILVERWOOD, V. et al. Current evidence on risk factors for knee osteoarthritis in older adults : a systematic review and meta-analysis. **Osteoarthritis and Cartilage**, p. 1–9, 2014.

SKOU, S. T. et al. Efficacy of multimodal, systematic non-surgical treatment of knee osteoarthritis for patients not eligible for a total knee replacement: a

study protocol of a randomised controlled trial. **BMJ open**, v. 2, n. 6, p. 1–8, jan. 2012.

SLEMENDA, C. et al. Reduced quadriceps strength relative to body weight: A risk factor for knee osteoarthritis in women? **Arthritis and Rheumatism**, v. 41, n. 11, p. 1951–1959, 1998.

SPIRDUSO, W. W. **Dimensões Físicas do Envelhecimento**. Manole, 2005.

STEFFEN, T. M.; HACKER, T. A; MOLLINGER, L. Age- and gender-related test performance in community-dwelling elderly people: Six-Minute Walk Test, Berg Balance Scale, Timed Up & Go Test, and gait speeds. **Physical therapy**, v. 82, p. 128–137, 2002.

STUDENSKI, S.; PERERA, S.; PATEL, K. G. Gait Speed and Survival in Older Adults. **Jama**, v. 305, n. 1, p. 50–58, 2011.

SUETTA, C. et al. Training-induced changes in muscle CSA, muscle strength, EMG, and rate of force development in elderly subjects after long-term unilateral disuse. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)**, v. 97, n. 5, p. 1954–61, nov. 2004.

SUOMI, R.; COLLIER, D. Effects of Arthritis Exercise Programs on Functional Fitness and Perceived Activities of Daily Living Measures in Older Adults with Arthritis. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 84, n. 03, p. 1589–1594, 2003.

SUOMI, R.; KOCEJA, D. M. Postural sway characteristics of women with lower extremity arthritis before and after an aquatic exercise intervention. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 81, n. June, p. 780–785, 2000.

SURI, P.; MORGENROTH, D. C.; HUNTER, D. J. Epidemiology of Osteoarthritis and Associated Comorbidities. **PM and R**, v. 4, n. 5, p. S10–S19, 2012.

TERWEE, C. B. et al. Self-reported physical functioning was more influenced by pain than performance-based physical functioning in knee-osteoarthritis patients. **Journal of clinical epidemiology**, v. 59, n. 7, p. 724–31, jul. 2006.

TIBAEK, S. et al. Reference values of maximum walking speed among independent community-dwelling Danish adults aged 60 to 79 years: a cross-sectional study. **Physiotherapy**, v. 101, n. 2, p. 135–140, 2015.

TSOURLOU, T. et al. The Effects of a Twenty-Four-Week Aquatic Training Program on Muscular Strength Performance in Healthy Elderly Women. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 20, n. October, p. 811, 2006.

- VALTONEN, A. et al. Effects of Aquatic Resistance Training on Mobility Limitation and Lower-Limb Impairments After Knee Replacement. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 91, n. 6, p. 833–839, 2010.
- VALDES, A. M.; SPECTOR, T. D. Genetic Epidemiology of hip and knee osteoarthritis. **NAt. Rev. Rheumatology**, v. 7 23-32. 2011.
- VAN BAAR, M. E. et al. Pain and disability in patients with osteoarthritis of hip or knee: the relationship with articular, kinesiological, and psychological characteristics. **Journal of Rheumatology**, v. 25, n. 1, p. 125–133, 1998.
- WALLIS, J. A et al. A pre-operative group rehabilitation programme provided limited benefit for people with severe hip and knee osteoarthritis. **Disability and rehabilitation**, p. 1–6, 2014.
- WANDERLEY, F. A C. et al. Associations between objectively assessed physical activity levels and fitness and self-reported health-related quality of life in community-dwelling older adults. **Quality of Life Research**, v. 20, p. 1371–1378, 2011.
- WANG, T. J. et al. Comparing the efficacy of aquatic exercises and land-based exercises for patients with knee osteoarthritis. **J Clin Nurs**, v. 20, n. 17-18, p. 2609–2622, 2011.
- WANG, T.-J. et al. Effects of aquatic exercise on flexibility, strength and aerobic fitness in adults with osteoarthritis of the hip or knee. **J Adv Nurs**, v. 57, n. 2, p. 141–152, 2007.
- WARE, J. E.; GANDEK, B. Overview of the SF-36 Health Survey and the International Quality of Life Assessment (IQOLA) Project. **Journal of Clinical Epidemiology**, v. 51, n. 11, p. 903–912, nov. 1998.
- WILLIAMSON, A.; HOGGART, B. Pain: A review of three commonly used pain rating scales. **Journal of Clinical Nursing**, v. 14, n. Spence 2000, p. 798–804, 2005.
- WINTER, D.A. Human balance and posture control during standing and walking. **Gait and Posture**, 3,193-214, 1995.
- WONG, L. L. R.; CARVALHO, J. A. O rápido processo de envelhecimento populacional do Brasil: sérios desafios para as políticas públicas. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 23, p. 5–26, 2006.
- WOLF, R. **Comparação da Função muscular, marcha e funcionalidade entre idosos com e sem osteoartrite de joelho**. Dissertação. Curitiba - PR. 2015.

WOOLLACOTT, M.; TANG, P.F. Balance control during walking in the older adult: Research and its implications. **Physical Therapy**, v. 77, n. 6, p. 646-659, 1997.

WYATT, F. B. et al. The effects of aquatic and traditional exercise programs on persons with knee osteoarthritis. **J Strength Cond Res**, v. 15, n. 3, p. 337–340, 2001.

YÁZIGI, F. et al. The PICO project: aquatic exercise for knee osteoarthritis in overweight and obese individuals. **BMC musculoskeletal disorders**, v. 14, p. 320, 2013.

ZENI, J. A; HIGGINSON, J. S. Differences in gait parameters between healthy subjects and persons with moderate and severe knee osteoarthritis: a result of altered walking speed? **Clinical biomechanics (Bristol, Avon)**, v. 24, n. 4, p. 372–8, maio 2009.

ZHANG, Y.; JORDAN, J. M. Epidemiology of Osteoarthritis. **Clin Geriatr Med**, v. 26, p. 355–369, 2010.



## APÊNDICES

APÊNDICE 1 - ANAMNESE CLÍNICA .....	124
APÊNDICE 2 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO ..	127
APÊNDICE 3 – ROTEIRO DE PERGUNTAS DO PERÍODO DE CONTROLE .....	130
APÊNDICE 4 – ROTINA DE PROCESSAMENTO DOS DADOS CINÉTICOS DA MARCHA (MATLAB) .....	131
APÊNDICE 5 – ROTINA DE PROCESSAMENTO DOS DADOS DO DESLOCAMENTO DO CENTRO DE PRESSÃO (MATLAB) .....	140
APÊNDICE 6 – IMAGENS DOS MOVIMENTOS DOS EXERCÍCIOS DE FORÇA .....	147

ANAMNESE PERÍODO \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

CÓDIGO

Nome: \_\_\_\_\_

Data de Nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ anos

Estado civil: ( ) solteira ( ) casada ( ) divorciada ( ) viúva

Telefone: \_\_\_\_\_

Telefone Celular: \_\_\_\_\_

**Antropometria**Massa corporal: \_\_\_\_\_ Kg Estatura: \_\_\_\_\_ m IMC: \_\_\_\_\_ Kg/m<sup>2</sup>

Circunf. Abdominal: \_\_\_\_\_ Compr. perna: E \_\_\_\_\_ mm D \_\_\_\_\_ mm

Largura tornoz. E \_\_\_\_\_ mm D \_\_\_\_\_ mm Largura Joelho E \_\_\_\_\_ mm D \_\_\_\_\_ mm

**Sintomas**

1. Dor de Cabeça

( ) Não ( ) Sim: \_\_\_\_\_

2. Tontura

( ) Não ( ) Sim: \_\_\_\_\_

3. Vertigem (sensação de movimento de rotação)

( ) Não ( ) Sim: \_\_\_\_\_

4. Fraqueza Muscular

( ) Não ( ) Sim: \_\_\_\_\_

5. Diminuição da sensibilidade

( ) Não ( ) Sim: \_\_\_\_\_

6. Dor no joelho

( ) Não ( ) Sim: \_\_\_\_\_

**Qual o joelho que você sente mais dor?**

( ) Direito ( ) Esquerdo ( ) Ambos

**Diagnóstico de OA**

( ) Sim. Joelho \_\_\_\_\_ Grau \_\_\_\_\_ ( ) Não

**Medicamentos**

Usa medicamentos regularmente?

( ) Não ( ) Sim

Quais?

( ) Hormônio: \_\_\_\_\_ Frequencia: \_\_\_\_\_  
 ( ) Diurético: \_\_\_\_\_ Frequencia: \_\_\_\_\_  
 ( ) Anti-depressivo: \_\_\_\_\_ Frequencia: \_\_\_\_\_  
 ( ) Pressão Arterial: \_\_\_\_\_ Frequencia: \_\_\_\_\_  
 ( ) Anti-inflamatórios: \_\_\_\_\_ Frequencia: \_\_\_\_\_  
 ( ) Analgésicos: \_\_\_\_\_ Frequencia: \_\_\_\_\_  
 ( ) Cardiovasculares: \_\_\_\_\_ Frequencia: \_\_\_\_\_  
 ( ) Vitaminas: \_\_\_\_\_ Frequencia: \_\_\_\_\_  
 ( ) Suplementos: \_\_\_\_\_ Frequencia: \_\_\_\_\_  
 ( ) Condroitina/Glucosamina: \_\_\_\_\_ Frequencia: \_\_\_\_\_

**Há histórico de cardiopatia em sua família?**

( ) Sim Quem? \_\_\_\_\_  
 ( ) Não

**Hábitos comuns**

Tabagismo ( ) Não ( ) Sim. Frequencia \_\_\_\_\_

Bebidas Alcoólicas ( ) Não ( ) Sim. Frequencia \_\_\_\_\_

**Já praticou ou pratica outra atividade física?**

( ) Sim  
 Tempo de prática: \_\_\_\_\_ Frequência semanal: \_\_\_\_\_  
 Atividade física praticada: \_\_\_\_\_  
 ( ) Não Há quanto tempo: \_\_\_\_\_

**Ocorrência de quedas:****Você teve alguma queda nos últimos 12 meses?**

( ) sim ( ) não

**Quantas vezes?**

( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) mais que 3

**Onde ocorreu a queda?**

Em casa, no quintal ou área externa? ( ) sim ( ) não

Dentro de casa? ( ) sim ( ) não

Fora de casa em local conhecido? ( ) sim ( ) não

Fora de casa em local desconhecido? ( ) sim ( ) não

**Por que você caiu?**

Tropeçou? ( ) sim ( ) não

Escorregou? ( ) sim ( ) não

Escurecimento da visão / síncope? ( ) sim ( ) não

Tontura / vertigem? ( ) sim ( ) não

Outros: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**CONTROLE DA DOR**

PONTUAÇÃO ESCALA DE DOR (0-10): ANTES JD \_\_\_\_\_ JE \_\_\_\_\_

DEPOIS JD \_\_\_\_\_ JE \_\_\_\_\_

**TESTE EQUILÍBRIO PLAT. FORÇA****SORTEIO COND. 1 -** \_\_\_\_\_**SORTEIO COND. 2 -** \_\_\_\_\_

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Nós, Paulo Cesar Barauce Bento, Fernanda de Mattos, Arthur Pitta, Sabrine Nayara Costa, Maria Luiza Fadel Peniche e Wellington Galarce, pesquisadores da Universidade Federal do Paraná, estamos convidando a senhora a participar de um estudo intitulado: “COMPARAÇÃO DOS EFEITOS DE UM PROGRAMA DE EXERCÍCIOS REALIZADO NA ÁGUA OU NO SOLO EM IDOSAS COM OSTEOARTRITE DE JOELHO”. Sua participação é muito importante, pois é através de pesquisas como esta que ocorrem os avanços científicos em todas as áreas.

O objetivo desta pesquisa é determinar e comparar os efeitos de dezesseis semanas de um programa musculação, treinamento funcional ou hidroginástica, realizados duas vezes por semana com duração de 60 minutos, na sua força muscular, na sua forma de caminhar, na sua capacidade para realizar as atividades do dia a dia, na intensidade da dor nas articulações (joelhos) e na sua qualidade de vida.

a) Caso você participe da pesquisa, será necessário comparecer 3 vezes em dias alternados ao Centro de Estudos do Comportamento Motor (CECOM), que fica no Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná (UFPR), para realizar avaliações físicas e responder a questionários.

**No primeiro dia** a senhora responderá a dois questionários, um sobre a sua qualidade de vida e outro sobre a artrose. Serão realizados três exames físicos: avaliação da sua composição corporal (peso, altura e circunferência abdominal); avaliação do seu equilíbrio sobre uma plataforma que mede a oscilação do seu corpo com um e com ambos os pés no chão; avaliação do padrão de caminhar com uma filmagem em que são colocados marcadores reflexivos em determinados pontos do seu quadril, joelho, tornozelo e pés.

**No segundo dia** a senhora realizará uma bateria de testes físicos com atividades simples como sentar e levantar de uma cadeira, caminhar, levantar da cadeira, caminhar e sentar novamente. Será realizada também a familiarização com o teste de força dos membros inferiores, que consiste em esticar e dobrar o joelho fazendo o máximo de força possível em duas velocidades (lenta e rápida).

**No terceiro dia** a senhora realizará novamente o teste de força dos membros inferiores nas duas velocidades.

O tempo previsto para cada sessão de avaliações é de no máximo 90 minutos. Será respeitado o intervalo de 48 horas entre as avaliações para a recuperação.

Rubricas:

Participante da Pesquisa e /ou responsável legal\_-

\_\_\_\_\_

Finalizado o período de avaliações, a senhora deverá manter a sua rotina de atividades por 4 semanas (período controle), sem alterações na alimentação, na prática de atividades físicas e sem participar de outro programa de exercícios físicos. Durante esse período, você receberá ligações semanais de um dos pesquisadores para saber como tem passado. Após as 4 semanas de controle a senhora deve comparecer novamente ao CECOM para repetir todos os testes descritos anteriormente (pré-testes). Em seguida, a senhora participará de um programa de exercícios aquáticos 2 vezes na semana no período da tarde por 16 semanas (quatro meses). Uma semana após o término do programa de exercícios serão repetidas todas as avaliações (pós-testes).

b) Durante a realização dos testes ou a participação nas aulas é possível que a senhora experimente algum desconforto relacionado a dores musculares ou articulares (nos joelhos), que são comuns quando se pratica atividade física, principalmente no início, quando seu corpo ainda não está acostumado com a nova atividade. No entanto, à medida que seu corpo se adapte aos exercícios essas dores não devem mais ocorrer.

c) Ao participar de um treinamento físico a senhora corre o risco de em algum momento machucar-se ou sentir dores no corpo devido ao esforço. Para prevenir essas ocorrências, as aulas terão um período de aquecimento com atividades leves, a carga dos exercícios será individualizada e a intensidade será aumentada gradativamente, à medida que a senhora se adapte ao esforço.

d) Os benefícios esperados com o programa de exercício são: a melhora na capacidade de realizar as atividades do dia a dia, o aumento da força muscular, a melhora no padrão de caminhar, no equilíbrio e a diminuição dos sintomas dolorosos da artrose, que podem contribuir para prevenir ou retardar a progressão da osteoartrite e melhorar a sua qualidade de vida. No entanto, nem sempre você será diretamente beneficiado com o resultado da pesquisa, mas poderá contribuir para o avanço científico.

e) Os pesquisadores Paulo Cesar Barauce Bento (professor do Departamento de Educação Física), Fernanda de Mattos (aluna de Pós-graduação em Educação Física) e Sabrine Nayara Costa (aluna de graduação em Educação Física) poderão ser contatados pessoalmente no CECOM (Rua Coração de Maria, 92 – BR 116, Jardim Botânico, 2º andar), ou pelos telefones 33604333 e xxxxx, de segunda a sexta-feira das 13h30 às 17h30, para esclarecer eventuais dúvidas que a senhora possa ter e fornecer-lhe as informações que queira, antes, durante ou depois de encerrado o estudo.

f) A sua participação neste estudo é voluntária e se você não quiser mais fazer parte da pesquisa poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam o termo de consentimento livre e esclarecido assinado.

Rubricas:

Participante da Pesquisa e /ou responsável legal \_

\_\_\_\_\_

l) As informações relacionadas ao estudo poderão ser conhecidas por pessoas autorizadas (pesquisadores e médicos). No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito sob forma codificada, para que a sua identidade seja preservada e seja mantida a confidencialidade.

m) As despesas necessárias para a realização da pesquisa (exames, medicamentos, materiais etc.) não são de sua responsabilidade e pela sua participação no estudo você não receberá qualquer valor em dinheiro.

n) Quando os resultados forem publicados, não aparecerá seu nome, e sim um código.

Eu, \_\_\_\_\_ li esse termo de consentimento e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual concordei em participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios e os tratamentos alternativos. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento sem justificar minha decisão e sem que esta decisão afete meu tratamento. Eu entendi o que não posso fazer durante a pesquisa e fui informado que serei atendido sem custos para mim se eu apresentar algum problema relacionado à prática de exercícios.

Eu concordo voluntariamente em participar deste estudo.

\_\_\_\_\_  
(Assinatura do Participante de pesquisa ou responsável legal)

Local e data \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Pesquisador

## ROTEIRO DE PERGUNTAS DO PERÍODO CONTROLE

NOME _____			CÓDIGO _____		TELEFONE _____			
SEM1 / ____			SEM2 / ____		SEM3 / ____		SEM4 ____/ ____	
1. Houve alguma mudança nos hábitos alimentares?								
	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO
OBS								
2. Está sentindo dor nos joelhos?								
	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO
OBS								
3. A dor tem piorado?								
	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO
OBS								
4. Houve alguma mudança nas AVDs?								
	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO
OBS								
5. Está participando de algum programa de exercício ou fisioterapia?								
	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO
OBS								
6. Está fazendo alguma atividade física que não fazia antes?								
	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO
OBS								
7. Está utilizando algum medicamento novo?								
	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO
OBS								
8. Sofreu alguma queda? Quais as conseqüências?								
	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO
OBS								
9. Tem sentido tonturas?								
	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO
OBS								
10. Tem se sentido cansada, desanimada ou sem energia								
	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO
OBS								
11. Tem sentido mais dificuldades para caminhar, ficar parada em pé, subir ou descer escadas?								
	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO
OBS								
12								
	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO
OBS								



```

%ROTINA FEITA PARA CALCULAR OS PICOS, O VALE, O IMPULSO E A TAXA DA
FORÇA
%DE REAÇÃO DO SOLO VERTICAL DAS IDOSAS COM OSTEOARTRITE DE JOELHO

%Primeira coisa a ser feita é entrar com os dados através do FUNCTION
->
%entrarei com 3 parâmetros (três marchas), com o membro inferior que
pisou
%na plataforma (lado) e com a massa corporal do sujeito (body mass
"bm")

%Depois, devo pegar os dados da força de reação do solo vertical do
arquivo .c3d através do
%toolbox BTK

%ENTRADA DOS DADOS
function[medpeak_recep,medpeak_prop,medimpulse_totalfz,medimpulse_rec
epfz,medimpulse_propfz,medtaxa_recepfz,medtaxa_propfz]=cinetica(trial
1,trial2,trial3,bm,nome)

%TRIAL 1
dado1=btReadAcquisition(trial1); %esta função lerá o arquivo .c3d
forcel=btGetGroundReactionWrenches(dado1);%Será utilizada para
extrair os dados das forças de reação do solo da plataforma de força

%TRIAL 2
dado2=btReadAcquisition(trial2);
force2=btGetGroundReactionWrenches(dado2);

%TRIAL 3

dado3=btReadAcquisition(trial3);
force3=btGetGroundReactionWrenches(dado3);

%Aqui calculei o valor do PESO CORPORAL (BODY WEIGHT - BW) - Preciso
deste para normalizar os dados da força de reação do solo
gravidade=9.8;
bw=bm*gravidade;

%Frequencia de aquisição (Hz)
fa=1000

%Cortar as curvas, normalizar pelo peso corporal e interpolação FZ1
forcaz1=forcel.F(:,3); %defini a curva de força de reação do solo
vertical
[L1,C1]=size(forcaz1); %quero saber o número de linhas (L1) e colunas
(C1) da matriz fz1
fz1_corte=forcaz1(200:L1,C1); %cortei o dado... tirei os primeiros
200 quadros da matriz fz1
[v,q]=max(fz1_corte); %encontrar o valor máximo (v) e em qual quadro
(q) o valor máximo se encontra
[Lc1,Cc1]=size(fz1_corte); %quero saber o número de linhas(L1) e
colunas (C1) da matriz fz1_corte
percent1=find(fz1_corte(1:v)>=0.01*v);%encontrar os valores maiores
ou iguais a 1% do valor máximo da curva
% percent1=find(fz1_corte>=0.01*v);

```

```

heel_strikel=percent1(1,1); %defini o heel strike como o primeiro
valor maior ou igual a 1% do valor máximo da curva %AQUI QUE SOMAREI
CASAS PARA CORTAR A CURVA NO LUGAR CERTO
percent1_1=find(fz1_corte>(0.01*v),1,'last'); %encontrar os valores
menores ou iguais a 1% do valor máximo da curva
foot_off1=percent1_1; %defini o foot off como o penúltimo valor menor
ou igual a 1% do valor máximo da curva
fz1=fz1_corte(heel_strikel:foot_off1,1); %cortei a curva
figure(1)
plot(fz1_corte)
hold on; plot(heel_strikel,0.5, 'g*')
plot(foot_off1,0.5,'g*')
title('Cortes da Curva Bruta Fz 1')
ylabel('Torque(N)')
xlabel('Frames')
tempo_1=(1:length(fz1))/fa;
fz1BW=fz1./bw; %normalizei a curvar pelo peso corporal
fz1N=normaliza(fz1BW); %normalizei a curva para todas terem o mesmo
"tamanho" - 0 a 100%
figure(2)
plot(fz1N)
title('Curva Fz 1 Normalizada')
ylabel('Torque(N/BW)')
xlabel('Ciclo (0-100%)')

%Cortar as curvas, normalizar pelo peso corporal e interpolação FZ2
forcaz2=force2.F(:,3);
[L2,C2]=size(forcaz2);
fz2_corte=forcaz2(200:L2,C2);
[v,q]=max(fz2_corte);
[Lc2,Cc2]=size(fz2_corte);
percent2=find(fz2_corte(1:v)>=0.01*v);
% percent2=find(fz2_corte>=0.01*v);
heel_strike2=percent2(1,1);%AQUI QUE SOMAREI CASAS PARA CORTAR A
CURVA NO LUGAR CERTO
percent2_1=find(fz2_corte>(0.01*v),1,'last');
foot_off2=percent2_1;
fz2=fz2_corte(heel_strike2:foot_off2,1);
figure(3)
plot(fz2_corte)
hold on; plot(heel_strike2,0.5, 'g*')
plot(foot_off2,0.5,'g*')
title('Cortes da Curva Bruta Fz 2')
ylabel('Torque(N)')
xlabel('Frames')
tempo_2=(1:length(fz2))/fa;
fz2BW=fz2./bw;
fz2N=normaliza(fz2BW);
figure(4)
plot(fz2N)
title('Curva Fz 2 Normalizada')
ylabel('Torque(N/BW)')
xlabel('Ciclo (0-100%)')

%Cortar as curvas, normalizar pelo peso corporal e interpolação FZ3
forcaz3=force3.F(:,3);
[L3,C3]=size(forcaz3);
fz3_corte=forcaz3(200:L3,C3);
[v,q]=max(fz3_corte);
[Lc3,Cc3]=size(fz3_corte);

```

```

percent3=find(fz3_corte(1:v)>=0.01*v);
% percent3=find(fz3_corte>=0.01*v);
heel_strike3=percent3(1,1);%AQUI QUE SOMAREI CASAS PARA CORTAR A
CURVA NO LUGAR CERTO
percent3_1=find(fz3_corte>(0.01*v),1,'last');
foot_off3=percent3_1;
fz3=fz3_corte(heel_strike3:foot_off3,1);
figure(5)
plot(fz3_corte)
hold on; plot(heel_strike3,13, 'g*')
plot(foot_off3,0.5,'g*')
title('Cortes da Curva Bruta Fz 3')
ylabel('Torque(N)')
xlabel('Frames')
tempo_3=(1:length(fz3))/fa;
fz3BW=fz3./bw;
fz3N=normaliza(fz3BW);
figure(6)
plot(fz3N)
title('Curva Fz 3 Normalizada')
ylabel('Torque(N/BW)')
xlabel('Ciclo (0-100%)')

%Aqui chamarei a função 'peakdet.m' para encontrar os picos e o vale

[pico_fz1,vale_fz1]=peakdet(fz1BW,0.05);
figure (7)
% [r,w]=min(fz1BW(pico_fz1(2,1):pico_fz1(3,1)));
% frame_vale1=pico_fz1(2,1)+w-1;
plot(fz1BW)
hold on; plot(vale_fz1(1,1), vale_fz1(1,2), 'g*')
% plot(frame_vale1,r,'*g')
plot(pico_fz1(:,1), pico_fz1(:,2), 'r*')
title('Picos de Força e Vale da Curva Fz 1')
ylabel('Força(N/BW)')
xlabel('Frames')

[pico_fz2,vale_fz2]=peakdet(fz2BW,0.05);
figure(8)
plot(fz2BW)
hold on; plot(vale_fz2(:,1), vale_fz2(:,2), 'g*')
plot(pico_fz2(:,1), pico_fz2(:,2), 'r*')
title('Picos de Força e Vale da Curva Fz 2')
ylabel('Força(N/BW)')
xlabel('Frames')

[pico_fz3,vale_fz3]=peakdet(fz3BW,0.05);
figure(9)
plot(fz3BW)
hold on; plot(vale_fz3(:,1), vale_fz3(:,2), 'g*')
plot(pico_fz3(:,1), pico_fz3(:,2), 'r*')
title('Picos de Força e Vale da Curva Fz 2')
ylabel('Força(N/BW)')
xlabel('Frames')

%Fiz um FOR para fazer a curva média de FZ

curvasfz=[fz1N' fz2N' fz3N'];
[L,C]=size(curvasfz);

```

```

curvamedfz=[];

for i=1:L
    mediafz=mean(curvasfz(i,:));

    curvamedfz=[curvamedfz,mediafz];
end

figure(10)
plot(curvamedfz)
title('Curva Média Fz')
ylabel('Força(N/BW)')
xlabel('Frames')

[pico_fzmed,vale_fzmed]=peakdet(curvamedfz,0.01);
figure(11)
plot(curvamedfz)
hold on; plot(vale_fzmed(1,1), vale_fzmed(1,2), 'g*')
plot(pico_fzmed(:,1), pico_fzmed(:,2), 'r*')
title('Picos de Força e Vale da Curva Média Fz')
ylabel('Força(N/BW)')
xlabel('Frames')

[medpeak_recep]=(pico_fz1(1,2)+pico_fz2(1,2)+pico_fz3(1,2))/3;

[medpeak_prop]=(pico_fz1(2,2)+pico_fz2(2,2)+pico_fz3(2,2))/3;

%IMPULSO
%calcular a integral através da cumtrapz

imp_totalfz1=cumtrapz(tempo_1,fz1BW);
impulse_totfz1=max(imp_totalfz1);

% imp_recepfz1=cumtrapz(tempo_1(1:frame_vale1),fz1BW(1:frame_vale1));
% impulse_recepfz1=max(imp_recepfz1);

imp_recepfz1=cumtrapz(tempo_1(1:vale_fz1(1,1)),fz1BW(1:vale_fz1(1,1))
);
impulse_recepfz1=max(imp_recepfz1);

imp_propfz1=cumtrapz(tempo_1(vale_fz1(1,1):length(fz1BW)),fz1BW(vale_
fz1(1,1):length(fz1BW)));
impulse_propfz1=max(imp_propfz1);

imp_totalfz2=cumtrapz(tempo_2,fz2BW);
impulse_totfz2=max(imp_totalfz2);

imp_recepfz2=cumtrapz(tempo_2(1:vale_fz2(1,1)),fz2BW(1:vale_fz2(1,1))
);
impulse_recepfz2=max(imp_recepfz2);

imp_propfz2=cumtrapz(tempo_2(vale_fz2(1,1):length(fz2BW)),fz2BW(vale_
fz2(1,1):length(fz2BW)));
impulse_propfz2=max(imp_propfz2);

imp_totalfz3=cumtrapz(tempo_3,fz3BW);
impulse_totfz3=max(imp_totalfz3);

```

```

imp_recepfz3=cumtrapz(tempo_3(1:vale_fz3(1,1)),fz3BW(1:vale_fz3(1,1))
);
impulse_recepfz3=max(imp_recepfz3);

imp_propfz3=cumtrapz(tempo_3(vale_fz3(1,1):length(fz3BW)),fz3BW(vale_
fz3(1,1):length(fz3BW)));
impulse_propfz3=max(imp_propfz3);

imptotal_fz=[impulse_totfz1 impulse_totfz2 impulse_totfz3];
[medimpulse_totalfz]=mean(imptotal_fz);
imprecep_fz=[impulse_recepfz1 impulse_recepfz2 impulse_recepfz3];
[medimpulse_recepfz]=mean(imprecep_fz);
impprop_fz=[impulse_propfz1 impulse_propfz2 impulse_propfz3];
[medimpulse_propfz]=mean(impprop_fz);

%TAXA

tq_recepl_i=pico_fz1(1,2)*0.2;
tq_recepl_f=pico_fz1(1,2)*0.8;

trecep_il=find(fz1BW>=tq_recepl_i,1,'first');
temporil=trecep_il/fa;
trecep_fl=find(fz1BW>=tq_recepl_f,1,'first');
temporfl=trecep_fl/fa;

torque_recepl=tq_recepl_f-tq_recepl_i;
tempo_recepl=temporfl-temporil;
taxa_recepl=torque_recepl/tempo_recepl

tq_prop1_i=pico_fz1(2,2)*0.2;
tq_prop1_f=pico_fz1(2,2)*0.8;

[x1,y1]=size(fz1BW);
propulsao=fz1BW(pico_fz1(2,1):x1);
tprop_il=find(propulsao>=tq_prop1_i,1,'last');
tempopil=tprop_il/fa;
tprop_fl=find(propulsao<=tq_prop1_f,1,'first');
tempopfl=tprop_fl/fa;

tqril=find(fz1BW>=tq_recepl_i,1,'first');
tqrf1=find(fz1BW>=tq_recepl_f,1,'first');

figure(12)
plot(fz1BW)
hold on; plot(tqril,tq_recepl_i,'r*')
plot(tqrf1,tq_recepl_f,'r*')
plot((pico_fz1(2,1)+tprop_il)-1,tq_prop1_i,'*g')
plot((pico_fz1(2,1)+tprop_fl)-1,tq_prop1_f,'*g')
title('Taxa de Frenagem e Propulsão Fz 1')
ylabel('Força(N/BW)')
xlabel('Frames')

torque_prop1=tq_prop1_f-tq_prop1_i;
tempo_prop1=tempopfl-tempopil;
taxa_prop1=torque_prop1/tempo_prop1;

```

```

tq_recep2_i=pico_fz2(1,2)*0.2;
tq_recep2_f=pico_fz2(1,2)*0.8;

trecep_i2=find(fz2BW>=tq_recep2_i,1,'first');
tempori2=trecep_i2/fa;
trecep_f2=find(fz2BW>=tq_recep2_f,1,'first');
temporf2=trecep_f2/fa;

tqi2=find(fz2BW>=tq_recep2_i,1,'first');
tqf2=find(fz2BW>=tq_recep2_f,1,'first');

torque_recep2=tq_recep2_f-tq_recep2_i;
tempo_recep2=temporf2-tempori2;
taxa_recep2=torque_recep2/tempo_recep2;

tq_prop2_i=pico_fz2(2,2)*0.2;
tq_prop2_f=pico_fz2(2,2)*0.8;

[x2,y2]=size(fz2BW);
propulsao2=fz2BW(pico_fz2(2,1):x2);
tprop_i2=find(propulsao2>=tq_prop2_i,1,'last');
tempopi2=tprop_i2/fa;
tprop_f2=find(propulsao2<=tq_prop2_f,1,'first');
tempopf2=tprop_f2/fa;

torque_prop2=tq_prop2_f-tq_prop2_i;
tempo_prop2=tempopf2-tempopi2;
taxa_prop2=torque_prop2/tempo_prop2;

figure(13)
plot(fz2BW)
hold on; plot(tqi2,tq_recep2_i,'r*')
plot(tqf2,tq_recep2_f,'r*')
plot((pico_fz2(2,1)+tprop_i2)-1,tq_prop2_i,'*g')
plot((pico_fz2(2,1)+tprop_f2)-1,tq_prop2_f,'*g')
title('Taxa de Frenagem e Propulsão Fz y')
ylabel('Força(N/BW)')
xlabel('Frames')

tq_recep3_i=pico_fz3(1,2)*0.2;
tq_recep3_f=pico_fz3(1,2)*0.8;

trecep_i3=find(fz3BW>=tq_recep3_i,1,'first');
tempori3=trecep_i3/fa;
trecep_f3=find(fz3BW>=tq_recep3_f,1,'first');
temporf3=trecep_f3/fa;

tqi3=find(fz3BW>=tq_recep3_i,1,'first');
tqf3=find(fz3BW>=tq_recep3_f,1,'first');

torque_recep3=tq_recep3_f-tq_recep3_i;
tempo_recep3=temporf3-tempori3;
taxa_recep3=torque_recep3/tempo_recep3;

tq_prop3_i=pico_fz3(2,2)*0.2;
tq_prop3_f=pico_fz3(2,2)*0.8;

```

```

[x3,y3]=size(fz3BW);
propulsao3=fz3BW(pico_fz3(2,1):x3);
tprop_i3=find(propulsao3>=tq_prop3_i,1,'last');
tempopi3=tprop_i3/fa;
tprop_f3=find(propulsao3<=tq_prop3_f,1,'first');
tempopf3=tprop_f3/fa;

torque_prop3=tq_prop3_f-tq_prop3_i;
tempo_prop3=tempopf3-tempopi3;
taxa_prop3=torque_prop3/tempo_prop3;

figure(14)
plot(fz3BW)
hold on; plot(tqi3,tq_recep3_i,'r*')
plot(tqf3,tq_recep3_f,'r*')
plot((pico_fz3(2,1)+tprop_i3)-1,tq_prop3_i,'*g')
plot((pico_fz3(2,1)+tprop_f3)-1,tq_prop3_f,'*g')
title('Taxa de Frenagem Fz 3')
ylabel('Força(N/BW)')
xlabel('Frames')

figure(15)
plot(fz1BW,'m')
hold on; plot(tqri1,tq_recep1_i,'r*')
plot(tqrfl,tq_recep1_f,'r*')
plot((pico_fz1(2,1)+tprop_i1)-1,tq_prop1_i,'*g')
plot((pico_fz1(2,1)+tprop_f1)-1,tq_prop1_f,'*g')
hold on
plot(fz2BW)
hold on; plot(tqi2,tq_recep2_i,'r*')
plot(tqf2,tq_recep2_f,'r*')
plot((pico_fz2(2,1)+tprop_i2)-1,tq_prop2_i,'*g')
plot((pico_fz2(2,1)+tprop_f2)-1,tq_prop2_f,'*g')
hold on
plot(fz3BW,'k')
hold on; plot(tqi3,tq_recep3_i,'r*')
plot(tqf3,tq_recep3_f,'r*')
plot((pico_fz3(2,1)+tprop_i3)-1,tq_prop3_i,'*g')
plot((pico_fz3(2,1)+tprop_f3)-1,tq_prop3_f,'*g')
title('Taxa de Frenagem e Propulsão Fz 1')
ylabel('Força(N/BW)')
xlabel('Frames')

mtaxarecep=(taxa_recep1+taxa_recep2+taxa_recep3)/3;
[medtaxa_recepfz]=mtaxarecep;

mtaxaprop=(taxa_prop1+taxa_prop2+taxa_prop3)/3;
[medtaxa_propfz]=mtaxaprop;

res=struct('Pico_Frenagem',[medpeak_recep],'Pico_Propulsao',[medpeak_prop],
'Impulso_Total',[medimpulse_totalfz],'Impulso_Frenagem',[medimpulse_recepfz],
'Impulso_Propulsao',[medimpulse_propfz],'Taxa_Frenagem',[medtaxa_recepfz],
'Taxa_Propulsao',[medtaxa_propfz])
nome_suj=[nome,'RES.mat'];
save(nome_suj,'res');

```

```

%SUBFUNÇÕES

%DETECTAR OS PICOS - 'PEAKDET.M'
function [maxtab, mintab]=peakdet(v, delta)
%PEAKDET Detect peaks in a vector
%
%   [MAXTAB, MINTAB] = PEAKDET(V, DELTA) finds the local
%   maxima and minima ("peaks") in the vector V.
%   MAXTAB and MINTAB consists of two columns. Column 1
%   contains indices in V, and column 2 the found values.
%
%   With [MAXTAB, MINTAB] = PEAKDET(V, DELTA, X) the indices
%   in MAXTAB and MINTAB are replaced with the corresponding
%   X-values.
%
%   A point is considered a maximum peak if it has the maximal
%   value, and was preceded (to the left) by a value lower by
%   DELTA.

% Eli Billauer, 3.4.05 (Explicitly not copyrighted).
% This function is released to the public domain; Any use is allowed.

maxtab = [];
mintab = [];

v = v(:); % Just in case this wasn't a proper vector

if nargin < 3
    x = (1:length(v))';
else
    x = x(:);
    if length(v)~= length(x)
        error('Input vectors v and x must have same length');
    end
end
if delta <= 0
    error('Input argument DELTA must be positive');
end

mn = Inf; mx = -Inf;
mnpos = NaN; mxpos = NaN;

lookformax = 1;

for i=1:length(v)
    this = v(i);
    if this > mx, mx = this; mxpos = x(i); end
    if this < mn, mn = this; mnpos = x(i); end

    if lookformax
        if this < mx-delta
            maxtab = [maxtab ; mxpos mx];
            mn = this; mnpos = x(i);
            lookformax = 0;
        end
    else
        if this > mn+delta
            mintab = [mintab ; mnpos mn];
            mx = this; mxpos = x(i);
        end
    end
end

```



```
        lookformax = 1;
    end
end
end

%NORMALIZAÇÃO DOS DADOS
function [fun_n]=normaliza(dado)

[l,c]=size(dado)
fun_n=[]

for i=1:c
    xi=1:(1/100):1;
    y=dado;

    normalizado=interp1(y,xi,'spline');

    fun_n=[fun_n,normalizado];
end
```

```

%BIPODAL OLHOS ABERTOS
%Para calcular CENTRO DE PRESSAO (AP,ML), COMPRIMENTO COP (DESLOC DA
OSCILACAO TOTAL [DOT])
%Além disso calculou: AMPLITUDE DE DESLOCAMENTO, VELOCIDADE
MEDIA,VELOCIDADE MEDIA TOTAL

function[CPap_OA,CPml_OA,DOT_OA,AdCPap_OA,AdCPml_OA,VMap_OA,VMml_OA,V
MT_OA]=FUNCAO_BI_OA(file1,file2,file3,nome)

%Abrir arquivos
arq1=read_arquivo(file1);
arq2=read_arquivo(file2);
arq3=read_arquivo(file3);

%Extrair arquivos
fx=arq1(:,1); %Extrair todas as linhas, da coluna 1
fy=arq1(:,2);
fz=arq1(:,3);
mx=arq1(:,4);
my=arq1(:,5);
mz=arq1(:,6);

Fx=arq2(:,1); %Extrair todas as linhas, da coluna 1
Fy=arq2(:,2);
Fz=arq2(:,3);
Mx=arq2(:,4);
My=arq2(:,5);
Mz=arq2(:,6);

FX=arq3(:,1); %Extrair todas as linhas, da coluna 1
FY=arq3(:,2);
FZ=arq3(:,3);
MX=arq3(:,4);
MY=arq3(:,5);
MZ=arq3(:,6);

h=-0.044978; %distância da do centro da plataforma até a superfície
da plataforma (valor fixo)
freq=100; %frequência de aquisição

%CALCULO DO CENTRO DE PRESSAO
CPap1=[(-h.*fx-my)./fz]; %COP antero-posterior - ARQ1
CPap2=[(-h.*Fx-My)./Fz]; %COP antero-posterior - ARQ2
CPap3=[(-h.*FX-MY)./FZ]; %COP antero-posterior - ARQ3

CPml1=[(-h.*fy+mx)./fz]; %COP medio-lateral - ARQ1
CPml2=[(-h.*Fy+Mx)./Fz]; %COP medio-lateral - ARQ2
CPml3=[(-h.*FY+MX)./FZ]; %COP medio-lateral - ARQ3

%SEGUNDO PASSO: COMPRIMENTO COP (DESLOC DA OSCILACAO TOTAL [DOT])

DOT1=sum(sqrt(CPap1.^2+CPml1.^2)); %ARQ1
DOT2=sum(sqrt(CPap2.^2+CPml2.^2)); %ARQ2
DOT3=sum(sqrt(CPap3.^2+CPml3.^2)); %ARQ3

%TERCEIRO PASSO: AMPLITUDE DE DESLOCAMENTO

AdCPap1=max(CPap1)-min(CPap1); %ARQ1

```

```

AdCPap2=max(CPap2)-min(CPap2); %ARQ2
AdCPap3=max(CPap3)-min(CPap3); %ARQ3

AdCPml1=max(CPml1)-min(CPml1); %ARQ1
AdCPml2=max(CPml2)-min(CPml2); %ARQ2
AdCPml3=max(CPml3)-min(CPml3); %ARQ3

%QUARTO PASSO: VELOCIDADE MEDIA

VMap1=(sum(abs(diff(CPap1)))*freq/length(CPap1))*100; %ARQ1
VMap2=(sum(abs(diff(CPap2)))*freq/length(CPap2))*100; %ARQ2
VMap3=(sum(abs(diff(CPap3)))*freq/length(CPap3))*100; %ARQ3

VMml1=(sum(abs(diff(CPml1)))*freq/length(CPml1))*100; %ARQ1
VMml2=(sum(abs(diff(CPml2)))*freq/length(CPml2))*100; %ARQ2
VMml3=(sum(abs(diff(CPml3)))*freq/length(CPml3))*100; %ARQ3

%QUINTO PASSO: VELOCIDADE MEDIA TOTAL

VMT1=sum(sqrt(diff(CPap1).^2+diff(CPml1).^2))*freq/length(CPap1)*100;
%ARQ1
VMT2=sum(sqrt(diff(CPap2).^2+diff(CPml2).^2))*freq/length(CPap2)*100;
%ARQ2
VMT3=sum(sqrt(diff(CPap3).^2+diff(CPml3).^2))*freq/length(CPap3)*100;
%ARQ3

%CALCULAR MEDIA DOS VALORES
%Precisa criar matrizes para calcular a média para concentrá-las em
um
%mesmo local
M_CPap=[CPap1,CPap2,CPap3];
M_CPml=[CPml1,CPml2,CPml3];
M_DOT=[DOT1,DOT2,DOT3];
M_AdCPap=[AdCPap1,AdCPap2,AdCPap3];
M_AdCPml=[AdCPml1,AdCPml2,AdCPml3];
M_VMap=[VMap1,VMap2,VMap3];
M_VMml=[VMml1,VMml2,VMml3];
M_VMT=[VMT1,VMT2,VMT3];

%Calcular a média dos valores
%Valores abaixo indicam = (variavel, domínio)
% numero dois indica que selecionei a dimensão 2 ou seja, linhas
CPap_OA=mean(M_CPap,2);
CPml_OA=mean(M_CPml,2);
DOT_OA=mean(M_DOT,2);
AdCPap_OA=mean(M_AdCPap,2);
AdCPml_OA=mean(M_AdCPml,2);
VMap_OA=mean(M_VMap,2);
VMml_OA=mean(M_VMml,2);
VMT_OA=mean(M_VMT,2);

%Plotar as médias do CP juntas
plot(CPap_OA,CPml_OA,'.b')
title('Centro de pressão com olhos abertos')
xlabel('Posição Antero-posterior')
ylabel('Posição Medio-lateral')

%Plotar as médias das variáveis encontradas

```

```

figure; subplot (2,1,1);plot(CPap_OA,'g')
title('CENTRO DE PRESSÃO OA ANTERO-POSTERIOR')
xlabel('Frames')
ylabel('Posição')
subplot (2,1,2);plot(CPml_OA,'r')
title('CENTRO DE PRESSÃO OA MEDIO-LATERAL')
xlabel('Frames')
ylabel('Posição')

%Criar matriz para guardar os resultados
A=[CPap_OA,CPml_OA]
B=[DOT_OA,AdCPap_OA,AdCPml_OA,VMap_OA,VMml_OA,VMT_OA]

%Para salvar utiliza o XLSWRITE = nome que quer salvar, matriz]
xlswrite('FUNCAO_BI_OA1a.xls',A)
xlswrite('FUNCAO_BI_OA1b.xls',B)

%Para salvar em arquivo matlab
%res= quer dizer resposta
%Struct: cria uma estrutura escalar (1-by-1) sem campos
%nome: variável entra na function p/ salvar o arquivo com esse nome
%escolhido
%exemplo nome: 'idosal_OA' = deve ser colocado na function para rodar
os dados
res=struct('Centro_Pressao_AP_OA',[CPap_OA],'Centro_Pressao_ML_OA',[C
Pml_OA],'Comprimento_COP',[DOT_OA],'AmplitudeDesloc_AP_OA',[AdCPap_OA
],'Amplitude_Desloc_ML_OA',[AdCPml_OA],'Velocidade_Media_AP_OA',[VMap
_OA],'Velocidade_Media_ML_OA',[VMml_OA],'Velocidade_Media_Total_OA',[
VMT_OA])
nome_idosa=[nome,'RES.mat'];
save(nome_idosa,'res');

%SUBFUNÇÃO
%FINALIDADE: Leitura dos arquivos selecionados para análise

function[trial]=read_arquivo(file1)
res=[];

fi=fopen(file1);
c = textscan(fi, '%s');
arq=c{1};
[La,Ca]= size(arq);
format long g;
posA=1;
trial=[];
for i=1:(La)/6

L1=arq{posA};
Ln1=str2num(L1);

L2=arq{posA+1};
Ln2=str2num(L2);

L3=arq{posA+2};
Ln3=str2num(L3);

L4=arq{posA+3};
Ln4=str2num(L4);

```

```

L5=arq{posA+4};
Ln5=str2num(L5);

L6=arq{posA+5};
Ln6=str2num(L6);

Ln=[Ln1,Ln2,Ln3,Ln4,Ln5,Ln6];

trial=[trial;Ln];

posA=posA+6;

if (Ln1==0)&& (Ln2==0)&& (Ln3==0) && (Ln4==0) &&(Ln5==0) &&(Ln6==0)
    break

end
trial=trial;
end
[l,c]=size(trial)

%BIPODAL OLHOS FECHADOS
%Para calcular CENTRO DE PRESSAO (AP,ML), COMPRIMENTO COP (DESLOC DA
OSCILACAO TOTAL [DOT])
%Além disso calculou: AMPLITUDE DE DESLOCAMENTO, VELOCIDADE
MEDIA,VELOCIDADE MEDIA TOTAL

function[CPap_OF,CPml_OF,DOT_OF,AdCPap_OF,AdCPml_OF,VMap_OF,VMml_OF,V
MT_OF]=FUNCAO_BI_OF(file1,file2,file3,nome)

%Abrir arquivos
arq1=read_arquivo(file1);
arq2=read_arquivo(file2);
arq3=read_arquivo(file3);

%Extrair arquivos
fx=arq1(:,1); %Extrair todas as linhas, da coluna 1
fy=arq1(:,2);
fz=arq1(:,3);
mx=arq1(:,4);
my=arq1(:,5);
mz=arq1(:,6);

Fx=arq2(:,1); %Extrair todas as linhas, da coluna 1
Fy=arq2(:,2);
Fz=arq2(:,3);
Mx=arq2(:,4);
My=arq2(:,5);
Mz=arq2(:,6);

FX=arq3(:,1); %Extrair todas as linhas, da coluna 1
FY=arq3(:,2);
FZ=arq3(:,3);

```

```

MX=arq3(:,4);
MY=arq3(:,5);
MZ=arq3(:,6);

h=-0.044978;
freq=100;

%CALCULO DO CENTRO DE PRESSAO
CPap1=[(-h.*fx-my)./fz]; %COP antero-posterior - ARQ1
CPap2=[(-h.*Fx-My)./Fz]; %COP antero-posterior - ARQ2
CPap3=[(-h.*FX-MY)./FZ]; %COP antero-posterior - ARQ3

CPml1=[(-h.*fy+mx)./fz]; %COP medio-lateral - ARQ1
CPml2=[(-h.*Fy+Mx)./Fz]; %COP medio-lateral - ARQ2
CPml3=[(-h.*FY+MX)./FZ]; %COP medio-lateral - ARQ3

%SEGUNDO PASSO: COMPRIMENTO COP (DESLOC DA OSCILACAO TOTAL [DOT])

DOT1=sum(sqrt(CPap1.^2+CPml1.^2)); %ARQ1
DOT2=sum(sqrt(CPap2.^2+CPml2.^2)); %ARQ2
DOT3=sum(sqrt(CPap3.^2+CPml3.^2)); %ARQ3

%TERCEIRO PASSO: AMPLITUDE DE DESLOCAMENTO

AdCPap1=max(CPap1)-min(CPap1); %ARQ1
AdCPap2=max(CPap2)-min(CPap2); %ARQ2
AdCPap3=max(CPap3)-min(CPap3); %ARQ3

AdCPml1=max(CPml1)-min(CPml1); %ARQ1
AdCPml2=max(CPml2)-min(CPml2); %ARQ2
AdCPml3=max(CPml3)-min(CPml3); %ARQ3

%QUARTO PASSO: VELOCIDADE MEDIA

VMap1=(sum(abs(diff(CPap1)))*freq/length(CPap1))*100; %ARQ1
VMap2=(sum(abs(diff(CPap2)))*freq/length(CPap2))*100; %ARQ2
VMap3=(sum(abs(diff(CPap3)))*freq/length(CPap3))*100; %ARQ3

VMml1=(sum(abs(diff(CPml1)))*freq/length(CPml1))*100; %ARQ1
VMml2=(sum(abs(diff(CPml2)))*freq/length(CPml2))*100; %ARQ2
VMml3=(sum(abs(diff(CPml3)))*freq/length(CPml3))*100; %ARQ3

%QUINTO PASSO: VELOCIDADE MEDIA TOTAL

VMT1=sum(sqrt(diff(CPap1).^2+diff(CPml1).^2))*freq/length(CPap1)*100;
%ARQ1
VMT2=sum(sqrt(diff(CPap2).^2+diff(CPml2).^2))*freq/length(CPap2)*100;
%ARQ2
VMT3=sum(sqrt(diff(CPap3).^2+diff(CPml3).^2))*freq/length(CPap3)*100;
%ARQ3

%CALCULAR MEDIA DOS VALORES
%Precisa criar matrizes para calcular a média
M_CPap=[CPap1,CPap2,CPap3];
M_CPml=[CPml1,CPml2,CPml3];
M_DOT=[DOT1,DOT2,DOT3];
M_AdCPap=[AdCPap1,AdCPap2,AdCPap3];

```

```

M_AdCPml=[AdCPml1,AdCPml2,AdCPml3];
M_VMap=[VMap1,VMap2,VMap3];
M_VMml=[VMml1,VMml2,VMml3];
M_VMT=[VMT1,VMT2,VMT3];

%Calcular a média dos valores
%Valore abaixo indicam = (variavel, domínio)
% numero dois indica que selecionei a dimensão 2 ou seja, linhas
CPap_OF=mean(M_CPap,2);
CPml_OF=mean(M_CPml,2);
DOT_OF=mean(M_DOT,2);
AdCPap_OF=mean(M_AdCPap,2);
AdCPml_OF=mean(M_AdCPml,2);
VMap_OF=mean(M_VMap,2);
VMml_OF=mean(M_VMml,2);
VMT_OF=mean(M_VMT,2);

%Plotar as médias do CP juntas
plot(CPap_OF,CPml_OF,'.b')
title('Centro de pressão com olhos abertos')

%Plotar as médias das variáveis encontradas
figure; subplot (2,1,1);plot(CPap_OF,'g')
title('MÉDIA DO CENTRO DE PRESSÃO OF ANTERO-POSTERIOR')
subplot (2,1,2);plot(CPml_OF,'r')
title('MÉDIA DO CENTRO DE PRESSÃO OF MEDIO-LATERAL')

%Criar matriz para guardar os resultados
A=[CPap_OF,CPml_OF];
B=[DOT_OF,AdCPap_OF,AdCPml_OF,VMap_OF,VMml_OF,VMT_OF];

%Para salvar utiliza o XLSWRITE = nome que quer salvar, matriz]
xlswrite('FUNCAO_BI_OF1a.xls',A)
xlswrite('FUNCAO_BI_OF1b.xls',B)

%Para salvar em arquivo matlab
%res= quer dizer resposta
%Struct: cria uma estrutura escalar (1-by-1) sem campos
%nome:variável entra na function p/ salvar o arquivo com esse nome
escolhido
%exemplo nome: 'idosal_OF' = deve ser colocado na function para rodar
os dados
res=struct('Centro_Pressao_AP_OF',[CPap_OF],'Centro_Pressao_ML_OF',[C
Pml_OF],'Comprimento_COP',[DOT_OF],'AmplitudeDesloc_AP_OF',[AdCPap_OF
],'Amplitude_Desloc_ML_OF',[AdCPml_OF],'Velocidade_Media_AP_OF',[VMap
_OF],'Velocidade_Media_ML_OF',[VMml_OF],'Velocidade_Media_Total_OF',[
VMT_OF])
nome_idosa=[nome,'RES.mat'];
save(nome_idosa,'res');

function[trial]=read_arquivo(file1)
res=[];

fi=fopen(file1);
c = textscan(fi, '%s');
arq=c{1};
[La,Ca]= size(arq);
format long g;

```

```

posA=1;
trial=[];
for i=1:(La)/6

L1=arq{posA};
Ln1=str2num(L1);

L2=arq{posA+1};
Ln2=str2num(L2);

L3=arq{posA+2};
Ln3=str2num(L3);

L4=arq{posA+3};
Ln4=str2num(L4);

L5=arq{posA+4};
Ln5=str2num(L5);

L6=arq{posA+5};
Ln6=str2num(L6);

Ln=[Ln1,Ln2,Ln3,Ln4,Ln5,Ln6];

trial=[trial;Ln];








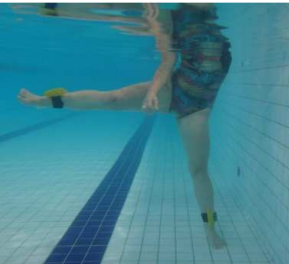



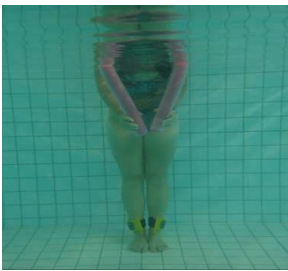


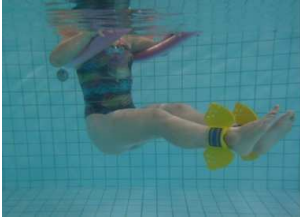
posA=posA+6;

if (Ln1==0)&& (Ln2==0)&& (Ln3==0) && (Ln4==0) &&(Ln5==0) &&(Ln6==0)
    break
end
trial=trial;
end
[l,c]=size(trial)

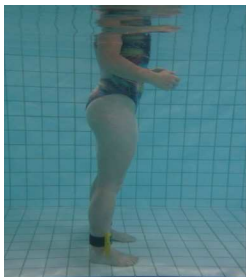
```



## REPRESENTAÇÃO DOS EXERCÍCIOS DE FORÇA DO PROGRAMA DE EA

Posição inicial	Intermediária	Final
1. Extensão e flexão dos joelhos unilateral		
		
2. Flexão e extensão de quadril unilateral		
		
3. Abdução e adução do quadril unilateral		
		
4. Abdução e adução de quadril simultânea com os pés no chão		
		
5. Abdução e adução de quadril simultânea com o quadril flexionado em flutuação		
		

6. Cross Country: flexão e extensão alternada de ombros e quadril deslizando os pés no chão



7. Flexão e extensão alternada de quadril e joelhos



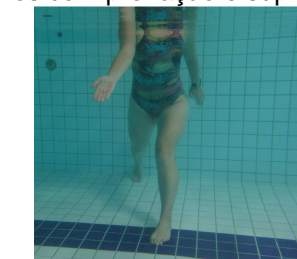
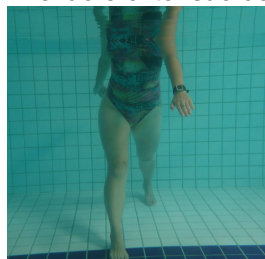
8. Abdução e adução horizontal de ombros



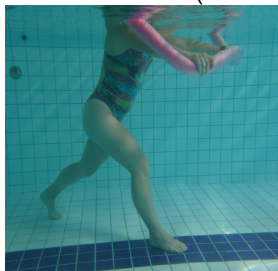
9. Abdução e adução vertical de ombros



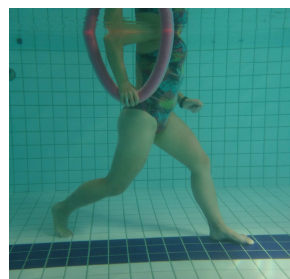
10. Flexão e extensão de ombros com pronação e supinação das mãos



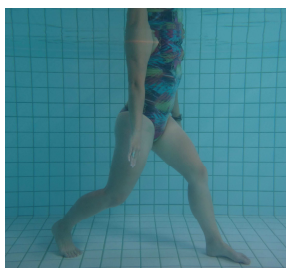
11. Adução horizontal de ombros com extensão de cotovelos (supino)/abdução horizontal de ombros com flexão de cotovelos (remada)



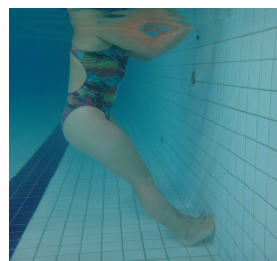
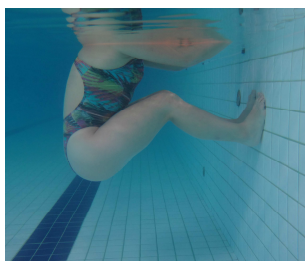
12. Flexão de ombros com extensão de cotovelos



13. Extensão e flexão dos cotovelos com pronação e supinação das mãos



14. Flexão e extensão de quadril bilateral com apoio na borda



15. Flexão e extensão de tronco e quadril em flutuação em decúbito dorsal



## ANEXOS

ANEXO 1 – CARTA DE APROVAÇÃO E PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA.....	151
ANEXO 2 – INTERNATIONAL PHYSICAL ACTIVITY QUESTIONNAIRE (IPAQ) VERSÃO CURTA.....	154
ANEXO 3 – MEDICAL OUTCOMES STUDY 36 – ITEM SHORT-FORM HEALTH SURVEY (SF-36).....	155
ANEXO 4 – WESTERN ONTARIO AND MCMASTERS UNIVERSITY OSTEOARTHRITIS INDEX (WOMAC).....	160
ANEXO 5 – ESCALA DE PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO DE BORG.....	165

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO  
CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** COMPARAÇÃO DOS EFEITOS DE UM PROGRAMA DE EXERCÍCIOS REALIZADO NA ÁGUA OU NO SOLO EM IDOSOS COM OSTEOARTRITE DE QUADRIL OU

**Pesquisador:** Paulo Cesar Barauce Bento

**Área Temática:**

**Versão:** 4

**CAAE:** 19554313.8.0000.0102

**Instituição Proponente:** Programa de Pós-Graduação em Educação Física

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 1.002.166

**Data da Relatoria:** 01/04/2015

**Apresentação do Projeto:**

Projeto de pesquisa aprovado por este CEP em julho de 2013, sob responsabilidade do professor Paulo Cesar Barauce Bento, do Departamento de Educação Física da UFPR, com a participação dos alunos Renata Wolf (aluna da pós-graduação em Educação Física) e Guilherme Pedralli (aluno da Graduação em educação Física). Os pesquisadores enviam solicitação de emenda ao projeto, que prevê a inclusão de novos pesquisadores colaboradores (Fernanda de Mattos, Maria Luiza Fadel Peniche, Sabrine Nayara Costa, Daisy Alberti e Arthur Pitta) e mudanças nas avaliações a serem realizadas com as participantes da pesquisa, a listar:

- avaliação da força muscular por equipamento recém adquirido pelo Departamento, mais moderno e adequado que aquele proposto no projeto original;
- modificação no número de avaliações às quais as participantes serão submetidas;
- novo TCLE que contemple as informações dos novos procedimentos previstos para a pesquisa e a inclusão dos novos pesquisadores.



Continuação do Parecer: 1.002.166

**Objetivo da Pesquisa:**

Objetivo geral: comparar os efeitos de um programa de exercícios aquáticos na função muscular, na funcionalidade de idosas com diagnóstico de OA e compará-los aos efeitos de um programa similar realizado em solo.

Objetivos específicos:

Verificar e comparar o efeito dos programas de exercícios na força muscular dinâmica de membros inferiores de idosas com diagnóstico de OA.

- Verificar e comparar o efeito dos programas de exercícios no pico e taxa de desenvolvimento de torque isométrico de membros inferiores de idosas com diagnóstico de OA.
- Verificar e comparar o efeito dos programas de exercícios no desempenho de um conjunto de testes funcionais em idosas com diagnóstico de OA.
- Verificar e comparar o efeito dos programas de exercícios no controle de peso e na composição corporal de idosas com diagnóstico de OA.
- Verificar e comparar o efeito dos programas de exercícios na qualidade de vida de idosas com diagnóstico de OA.
- Verificar e comparar o efeito dos programas de exercícios nos parâmetros cinemáticos da marcha em idosas com diagnóstico de OA.
- Verificar e comparar o efeito dos programas de exercícios na percepção de dor e rigidez de idosas com diagnóstico de OA.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Há riscos relacionados a dores musculares após a realização dos exercícios. No entanto, os sujeitos passarão por exercícios de alongamento para minimizar tais efeitos.

Os benefícios esperados são a melhoria da capacidade de realizar as atividades do dia a dia, o aumento da força muscular e do padrão de caminhar.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Projeto já aprovado para execução, com relevância acadêmica e social.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Todos os documentos foram apresentados.

**Recomendações:**

Os pesquisadores devem encaminhar relatórios parciais semestrais sobre as etapas já desenvolvidas da pesquisa.

Continuação do Parecer: 1.002.166

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Emenda aprovada.

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

CURITIBA, 27 de Março de 2015

---

**Assinado por:  
Claudia Seely Rocco  
(Coordenador)**

## QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA

Para responder as questões lembre que:

- atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal
- atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez:

**1a** Em quantos dias da última semana você **CAMINHOU** por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

Dias \_\_\_\_\_ por **SEMANA** ( ) Nenhum

**1b** Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia**?

Horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

**2a.** Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo, pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar **moderadamente** sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA**)

Dias \_\_\_\_\_ por **SEMANA** ( ) Nenhum

**2b.** Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**?

Horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

**3a** Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo, correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

Dias \_\_\_\_\_ por **SEMANA** ( ) Nenhum

**3b** Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**?

Horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentando durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

**4a.** Quanto tempo no total você gasta sentado durante um **dia de semana**?

\_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos

**4b.** Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um **dia de final de semana**?

\_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos



**SF – 36 PEQUISA EM SAÚDE**

CÓDIGO

PERÍODO: \_\_\_\_\_

**Instruções:** Esta pesquisa questiona você sobre sua saúde. Estas informações nos manterão informados de como você se sente e quão bem você é capaz de fazer suas atividades de vida diária. Responda cada questão marcando a resposta como indicado. Caso você esteja inseguro em como responder, por favor, tente responder o melhor que puder.

**1 - Em geral você diria que sua saúde é: (Circule uma)**

- Excelente ..... 1  
 Muito Boa ..... 2  
 Boa ..... 3  
 Ruim ..... 4  
 Muito Ruim ..... 5

**2 - Comparada há 1 ano atrás, como você classificaria sua saúde em geral, agora? (Circule uma)**

- Muito melhor agora do que há um ano atrás ..... 1  
 Um pouco melhor agora do que há um ano atrás ..... 2  
 Quase a mesma de um ano atrás ..... 3  
 Um pouco pior agora do que há um ano atrás ..... 4  
 Muito pior agora do que há um ano atrás ..... 5

**3 - Os seguintes itens são sobre atividades que você poderia fazer atualmente durante um dia comum. Devido a sua saúde, você tem dificuldade para fazer essas atividades? Neste caso, quanto?**

(circule um número em cada linha)

Atividades	Sim dificulta muito	Sim dificulta um pouco	Não. Não dificulta de modo algum
a - <b>Atividades vigorosas</b> , que exigem muito esforço: correr, levantar objetos pesados, participar em esportes árduos.	1	2	3

b - <b>Atividades moderadas</b> , tais como: mover uma mesa, passar aspirador de pó, jogar bola, varrer a casa.	1	2	3
c - Levantar ou carregar mantimentos	1	2	3
d - Subir <b>vários</b> lances de escada	1	2	3
e - Subir <b>um</b> lance de escada	1	2	3
f - Curvar-se, ajoelhar-se ou dobrar-se	1	2	3
g - Andar <b>mais de 1</b> quilômetro	1	2	3
h - Andar <b>vários</b> quarteirões	1	2	3
i - Andar <b>um</b> quarteirão	1	2	3
j - Tomar banho ou vestir-se	1	2	3

4 - Durante **as últimas 4 semanas**, você teve algum dos seguintes problemas com o seu trabalho ou com alguma atividade diária regular, como consequência de sua saúde física?

	Sim	Não
a - Você diminuiu a <b>quantidade de tempo</b> que se dedicava ao seu trabalho ou a outras atividades?	1	2
b - Realizou <b>menos tarefas</b> do que você gostaria?	1	2
c - Esteve <b>limitado</b> no seu trabalho ou em outras atividades?	1	2
d - Teve <b>dificuldade</b> de fazer seu trabalho ou outras atividades? (necessitou de um esforço extra?)	1	2

5 - Durante as últimas 4 semanas, você teve algum dos seguintes problemas com o seu trabalho ou outra atividade regular diária, como consequência de algum problema emocional (como sentir-se deprimido ou ansioso)?

	Sim	Não
a - Você diminuiu a <b>quantidade de tempo</b> que se dedicava ao seu trabalho ou a outras atividades?	1	2

b - Realizou <b>menos tarefas</b> do que você gostaria?	1	2
c - Não trabalhou ou não fez qualquer das atividades com tanto <b>cuidado</b> como geralmente faz?	1	2

6 - Durante as **últimas 4 semanas**, de que maneira sua saúde física ou problemas emocionais interferiram nas suas atividades sociais normais, em relação a família, vizinhos, amigos ou em grupo? (**Circule uma**)

- De forma nenhuma ..... 1
- Ligeiramente ..... 2
- Moderadamente ..... 3
- Bastante ..... 4
- Extremamente ..... 5

7 - Quanta dor no corpo você teve durante as **últimas 4 semanas**?

- Nenhuma ..... 1
- Muito Leve ..... 2
- Leve ..... 3
- Moderada ..... 4
- Grave ..... 5
- Muito Grave ..... 6

8 - Durante as **últimas 4 semanas**, quanto a dor interferiu com o seu trabalho normal (incluindo tanto o trabalho, fora de casa e dentro de casa)?

- De maneira alguma ..... 1
- Um pouco ..... 2
- Moderadamente ..... 3
- Bastante ..... 4
- Extremamente ..... 5

9 - Estas questões são sobre como você se sente e como tudo tem acontecido com você durante as últimas 4 semanas. Para cada questão, por favor dê uma resposta que mais se aproxime da maneira como você se sente. Em relação as últimas 4 semanas.

	Todo tempo	A maior parte do tempo	Uma boa parte do tempo	Alguma parte do tempo	Uma pequena parte do tempo	Nunca
a - Quanto tempo você tem se sentido cheio de vigor, cheio de vontade, cheio de força?	1	2	3	4	5	6
b - Quanto tempo você tem se sentido uma pessoa muito nervosa?	1	2	3	4	5	6
c - Quanto tempo você tem se sentido tão deprimido que nada pode animá-lo?	1	2	3	4	5	6
d - Quanto tempo você tem se sentido calmo ou tranqüilo?	1	2	3	4	5	6
e - Quanto tempo você tem se sentido com muita energia?	1	2	3	4	5	6
f - Quanto tempo você tem se sentido desanimado e abatido?	1	2	3	4	5	6
g- Quanto tempo você tem se sentido esgotado?	1	2	3	4	5	6
h - Quanto tempo você tem se sentido uma pessoa feliz?	1	2	3	4	5	6
I - Quanto tempo você tem se sentido cansado?	1	2	3	4	5	6

10 - Durante as **últimas 4 semanas**, quanto do seu tempo a **sua saúde física ou problemas emocionais** interferiram com as suas atividades sociais (como visitar amigos, parentes, etc.)?

- Todo o tempo ..... 1  
 A maior parte do tempo ..... 2  
 Alguma parte do tempo ..... 3  
 Uma pequena parte do tempo ..... 4  
 Nenhuma parte do tempo ..... 5

11 - O quanto verdadeiro ou **falso** é cada uma das afirmações

	Definitiva mente verdadeiro	A maioria das vezes verdadeira	Não sei	A maioria das vezes falsa	Definitiva mente falsa
a - Eu costumo adoecer um pouco mais facilmente que as outras pessoas	1	2	3	4	5
b - Eu sou tão saudável quanto qualquer pessoa que eu conheço.	1	2	3	4	5
c - Eu acho que a minha saúde vai piorar	1	2	3	4	5
d - Minha saúde é excelente	1	2	3	4	5

CÓDIGO

**WOMAC**

PERÍODO: \_\_\_\_\_

**INSTRUÇÕES PARA OS PACIENTES**

Nas seções A, B e C as perguntas serão feitas da seguinte forma e você deverá respondê-las colocando um "X" em um dos quadrados.

**NOTA:****1. Se você colocar o "X" no quadrado da extrema esquerda, ou seja:**Nenhuma ☐ Pouca ☐ Moderada ☐ Intensa ☐ Muito intensa ☐

**Então você está indicando que você não tem dor.**

**2. Se você colocar o "X" no quadrado da extrema direita, ex.:**Nenhuma ☐ Pouca ☐ Moderada ☐ Intensa ☐ Muito ☐  
intensa

**Então você está indicando que sua dor é muito intensa.**

**3. Por favor observe:**

- a. Que quanto mais à direita você colocar o "X", maior a dor que você está sentindo.
- b. Que quanto mais à esquerda você colocar o "X", menor a dor que você está sentindo.
- c. Favor não coloque o "X" fora dos quadrados.

Você será solicitado a indicar neste tipo de escala a intensidade de dor, rigidez ou incapacidade que você está sentindo. Por favor lembre que quanto mais à direita você colocar o "X", você está indicando que está sentindo maior dor, rigidez ou incapacidade.

**SEÇÃO A****INSTRUÇÕES PARA OS PACIENTES**

As perguntas a seguir se referem a intensidade da dor que você está atualmente sentindo devido a artrite de seu joelho. Para cada situação, por favor, coloque a intensidade da dor que sentiu nas últimas 72 horas (Por favor, marque suas respostas com um "X").

**Pergunta: Qual a intensidade da sua dor?****1-Caminhando em um lugar plano.**

Nenhuma ☐ Pouca ☐ Moderada ☐ Intensa ☐ Muito intensa ☐

**2- Subindo ou descendo escadas.**

Nenhuma ☐ Pouca ☐ Moderada ☐ Intensa ☐ Muito intensa ☐

**3- A noite deitado na cama.**

Nenhuma ☐ Pouca ☐ Moderada ☐ Intensa ☐ Muito intensa ☐

**4-Sentando-se ou deitando-se.**

Nenhuma ☐ Pouca ☐ Moderada ☐ Intensa ☐ Muito intensa ☐

**5. Ficando em pé.**

Nenhuma ☐ Pouca ☐ Moderada ☐ Intensa ☐ Muito intensa ☐

**SEÇÃO B****INSTRUÇÕES PARA OS PACIENTES**

As perguntas a seguir se referem a intensidade de rigidez nas junta (não dor), que você está atualmente sentindo devido a artrite em seu joelho nas últimas 72 horas. Rigidez é uma sensação de restrição ou dificuldade para movimentar suas juntas (Por favor, marque suas respostas com um “X”).

**1. Qual é a intensidade de sua rigidez logo após acordar de manhã?**

Nenhuma ☐ Pouca ☐ Moderada ☐ Intensa ☐ Muito intensa ☐

**2. Qual é a intensidade de sua rigidez após se sentar, se deitar ou repousar no decorrer do dia?**

Nenhuma ☐ Pouca ☐ Moderada ☐ Intensa ☐ Muito intensa ☐



**SEÇÃO C****INSTRUÇÕES PARA OS PACIENTES**

As perguntas a seguir se referem a sua atividade física. Nós chamamos atividade física, sua capacidade de se movimentar e cuidar de você mesmo(a). Para cada uma das atividades a seguir, por favor, indique o grau de dificuldade que você está tendo devido a artrite em seu joelho durante as últimas 72 horas (Por favor marque suas respostas com um “X”).

**Pergunta: Qual o grau de dificuldade que você tem ao:**

**1- Descer escadas.**

Nenhuma ☐ Pouca ☐ Moderada ☐ Intensa ☐ Muito intensa ☐

**2- Subir escadas.**

Nenhuma ☐ Pouca ☐ Moderada ☐ Intensa ☐ Muito intensa ☐

**3- Levantar-se estando sentada.**

Nenhuma ☐ Pouca ☐ Moderada ☐ Intensa ☐ Muito intensa ☐

**4- Ficar em pé.**

Nenhuma ☐ Pouca ☐ Moderada ☐ Intensa ☐ Muito intensa ☐

**5- Abaixar-se para pegar algo.**

Nenhuma ☐ Pouca ☐ Moderada ☐ Intensa ☐ Muito intensa ☐

**6- Andar no plano.**

Nenhuma ☐ Pouca ☐ Moderada ☐ Intensa ☐ Muito intensa ☐

**7- Entrar e sair do carro.**

Nenhuma ☐ Pouca ☐ Moderada ☐ Intensa ☐ Muito intensa ☐

**8- Ir fazer compras.**

Nenhuma ☐ Pouca ☐ Moderada ☐ Intensa ☐ Muito intensa ☐

**9- Colocar meias.**

Nenhuma ☐ Pouca ☐ Moderada ☐ Intensa ☐ Muito intensa ☐

**10- Levantar-se da cama.**

Nenhuma ☐ Pouca ☐ Moderada ☐ Intensa ☐ Muito intensa ☐

**11- Tirar as meias.**

Nenhuma ☐ Pouca ☐ Moderada ☐ Intensa ☐ Muito intensa ☐

**12- Ficar deitado na cama.**

Nenhuma ☐ Pouca ☐ Moderada ☐ Intensa ☐ Muito intensa ☐

**13- Entrar e sair do banho.**

Nenhuma ☐ Pouca ☐ Moderada ☐ Intensa ☐ Muito intensa ☐

**14 -Se sentar.**

Nenhuma ☐ Pouca ☐ Moderada ☐ Intensa ☐ Muito intensa ☐

**15- Sentar e levantar do vaso sanitário.**

Nenhuma ☐ Pouca ☐ Moderada ☐ Intensa ☐ Muito intensa ☐

**16- Fazer tarefas domésticas pesadas.**

Nenhuma ☐ Pouca ☐ Moderada ☐ Intensa ☐ Muito intensa ☐

**17- Fazer tarefas domésticas leves.**

Nenhuma ☐ Pouca ☐ Moderada ☐ Intensa ☐ Muito intensa ☐

---

**OBRIGADO POR COMPLETAR ESTE QUESTIONÁRIO**

## Escala de Percepção Subjetiva de Esforço 06-20

6 SEM NENHUM ESFORÇO

7

EXTREMAMENTE LEVE

8

9 MUITO LEVE

10

11 LEVE

12

13 UM POUCO INTENSO

14

15 INTENSO (PESADO)

16

17 MUITO PESADO

18

19 EXTREMAMENTE INTENSO

20 MÁXIMO ESFORÇO